M. le docteur Izarié, Médecin Inspecteur des Eaux Chaudes,
à Eaux-Chaudes. (Basses-Pyrénées).

Given to the

YALE MEDICAL LIBRARY

in memory of

VERA SCHWEITZER

From a fund

for literature in the field of

physical medicine

Digitized by the Internet Archive
in 2011 with funding from
Open Knowledge Commons and Yale University, Cushing/Whitney Medical Library

http://www.archive.org/details/eauxminralesdesp00unse

EAUX MINÉRALES

DES

PYRÉNÉES.

TOULOUSE,

IMPRIMERIE DE CHAUVIN ET FEILLÈS,

Rue Mirepoix, 3.

EAUX MINÉRALES

DES

PYRÉNÉES

RECHERCHES

Comprenant l'étude de l'action thérapeutique, la constitution chimique de ces eaux, et la comparaison des ressources que les principaux établissements des Pyrénées offrent aux médecins,

Par M. E. FILHOL,

Docteur ès-sciences physiques et en médecine, professeur de chimie à l'Ecole de Médecine de Toulouse, professeur suppléant à la Faculté des Sciences de la même ville, membre de plusieurs Sociétés savantes.

TOULOUSE,

FEILLÈS, CHAUVIN ET Ce, LIBRAIRES-ÉDITEURS,

46, RUE SAINT-ROME, 46.

1853.

A M. J. DUMAS,

Sénateur, Membre de l'Institut, etc.

Témoignage de la plus respectueuse reconnaissance.

FILHOL.

PRÉFACE.

Ayant été chargé à plusieurs reprises, tantôt par l'administration du département de la Haute-Garonne, tantôt par diverses administrations municipales, tantôt enfin par des propriétaires d'établissements thermaux, d'analyser un grand nombre de sources minérales situées dans les départements de la Haute-Garonne, de l'Ariége, des Hautes et Basses-Pyrénées, j'ai cru devoir rassembler en un seul faisceau toutes les recherches que j'avais faites à ce sujet, et les compléter en procédant à l'analyse de plusieurs sources que je n'avais pas reçu le mandat d'examiner.

Le petit livre que je présente aujourd'hui au public résume une série de recherches qui ont été entreprises en 1848 et continuées sans interruption jusqu'à ce jour. Parmi les analyses qu'il renferme, il en est plusieurs qui ont été vérifiées par une commission choisie au sein de l'Académie impériale de Médecine ; d'autres l'ont été par l'un des hommes les plus versés dans la connaissance de ces sortes de travaux : on devine aisément que je veux parler de M. O. Henri, dont les nombreux ouvrages sur la composition chimique, soit des eaux minérales, soit des eaux potables, sont si justement estimés. Plusieurs chimistes éminents ont bien voulu m'aider de leurs conseils ou m'encourager par leur bienveillance : je citerai parmi eux MM. Dumas, O. Henri, Bussi, Balard, Donné ; je dois une mention toute spéciale à mon excellent maître, M. Soubeiran, qui a bien voulu, dans cette circonstance, comme dans une multitude d'autres, me

prêter en même temps le secours de son talent et les conseils d'une amitié qui m'est bien précieuse.

J'ai emprunté des documents nombreux aux ouvrages de Bordeu, d'Anglada, de MM. Patissier, Bonjean, Bouis, O. Henri, et à plusieurs autres que j'aurai le soin de citer quand l'occasion s'en présentera.

Je me suis souvent écarté, dans ce travail, de la ligne qu'avaient suivie mes devanciers; ai-je bien ou mal fait? Je n'ai pas le droit d'en juger par moi-même, mais les rapports favorables qui ont été faits sur mes recherches, à l'Institut, à l'Académie de Médecine de Paris, au Conseil d'Hygiène; les encouragements flatteurs qui m'ont été prodigués par les savants les plus spéciaux et les plus distingués, m'autorisent à penser que je me suis engagé dans une bonne voie. On en jugera d'ailleurs en lisant les rapports dont je viens de parler.

J'ai cru devoir compléter mon œuvre, en rapportant les travaux qui ont été faits par d'autres chimistes sur les eaux minérales des Pyrénées que je n'ai pas pu analyser moi-même. Il m'a été possible, en agissant ainsi, d'établir des rapprochements qui ne seront peut-être pas sans importance au point de vue de la thérapeutique des eaux thermales.

Les eaux minérales qui sourdent dans la région pyrénéenne peuvent être distinguées en : 1° eaux qui naissent dans la partie élevée de la chaîne; ces eaux jaillissent ordinairement, soit du granit, soit des schistes de transition, plus rarement des calcaires métamorphisés; elles sont toutes ou sulfureuses thermales ou ferrugineuses.

2° Eaux qui naissent dans la partie la moins élevée des montagnes; ces dernières jaillissent ordinairement, soit des ophites, soit du calcaire, soit des terrains gypseux qui avoisinent les ophites; elles sont de quatre sortes :

1. Salines séléniteuses;
2. Salées;
3. Sulfureuses froides, à base de sulfure de calcium;
4. Calcaires et légèrement alcalines.

Les sources que j'ai examinées sont au nombre de plus

de cent : toutes n'ont pas été analysées d'une manière complète ; mais j'ai dosé les éléments les plus essentiels de chacune d'elles ; il en est même que j'ai examinées un grand nombre de fois. Les eaux sulfureuses ont été l'objet d'une investigation plus approfondie que les autres ; j'ai longuement étudié les questions relatives à la nature du principe sulfureux, à l'état de la soude dans les eaux sulfureuses thermales, et aux causes du blanchiment de certaines eaux.

Les données et les appréciations que j'ai exposées dans cet ouvrage sont, sur plusieurs points, en opposition avec celles que renferme un livre qui vient d'être publié sous le titre de *Recherches sur les Eaux minérales des Pyrénées, de l'Allemagne, de la Belgique, de la Suisse et de la Savoie.*

Nous n'eussions rien dit de ce livre, s'il ne nous eût importé de rétablir certains faits que l'auteur n'y a pas présentés sous leur véritable jour, et si nous n'eussions voulu mettre en évidence nos droits à la priorité pour des découvertes auxquelles nous attribuons quelque importance.

Dans cet ouvrage, on a essayé de ressusciter la théorie d'après laquelle les eaux sulfureuses des Pyrénées seraient minéralisées par un sulfhydrate de sulfure. Pour donner quelque crédit à cette théorie, à laquelle personne ne croit plus, si ce n'est son auteur, ce dernier a cherché à s'appuyer sur des rapports faits en 1838 et 1841 à l'Institut, sur ses mémoires, rapports dans lesquels les membres de l'Académie approuvaient, en effet, les idées dont je viens de parler. Mais l'auteur de ce livre a oublié qu'en 1852, dans un rapport lu au sein de cette même Académie, et imprimé dans ses comptes-rendus, M. Balard a déclaré que les expériences que j'avais faites pour prouver que les eaux sulfureuses des Pyrénées contiennent un monosulfure, « suffiraient pour dissiper le moindre doute. » *s'il existait encore dans l'esprit des chimistes* (1). » Il a ou-

(1) *Comptes-Rendus hebdomadaires de l'Institut*, tome XXXV. pag. 43.

blié qu'au sein de l'Académie de Médecine, MM. Soubeiran, Bussi, Orfila, Patissier, avaient, dans deux rapports successifs, donné une approbation complète à mes idées, et que ces mêmes idées avaient été accueillies avec tout autant de faveur par le Comité supérieur d'Hygiène.

J'ai vivement regretté que l'auteur du livre dont je parle se soit oublié au point de substituer des insinuations fâcheuses aux raisons scientifiques sur lesquelles il eût pu s'appuyer, de traiter d'*ignorants* ceux qui ne partageaient pas son avis, de dénaturer certains faits pour les faire servir à appuyer sa manière de voir, et de faire peser les accusations les plus graves sur des hommes dont le savoir et l'honorabilité sont au-dessus de toute atteinte, et qui jouissent, à juste titre, de la considération générale. Les services qu'ils ont rendus et qu'ils ne cessent de rendre à leur pays, ainsi que les résultats obtenus, parlent assez haut pour qu'il soit inutile de les défendre contre de pareilles attaques.

J'ai remarqué avec peine que ce même auteur cherche à s'attribuer l'idée de conserver les eaux sulfureuses à l'aide du gazomètre, alors qu'il est de notoriété publique qu'il n'a pas écrit un seul mot qui puisse justifier cette prétention, et qu'il en est réduit, pour établir ses droits à la priorité, à déclarer qu'il a dessiné, il y a treize ans, sur les murs de l'établissement de la Villa-Théas, le plan d'un appareil de ce genre, en présence de M. Soubies, auquel il en aurait conseillé l'emploi. M. Soubies déclare n'avoir conservé aucun souvenir de la conversation qu'il aurait eue à ce sujet avec l'auteur dont nous parlons, et, ce qui est plus fâcheux encore pour ce dernier, c'est qu'à l'époque indiquée, M. Soubies n'était pas propriétaire de la Villa-Théas, sur les murs de laquelle le dessin dont il s'agit aurait été tracé.

On ne croira pas davantage non plus que la source du Pré n° 1, à Bagnères-de-Luchon, dont la température était de 33°, se soit peu à peu réchauffée, de manière à marquer 60°, et cela tout simplement pour obéir à une

prétendue loi dont je conteste l'exactitude. Ce qu'il y a de vrai, c'est que l'ancienne source du Pré n° 1 a été perdue pendant les travaux de recherche, et que plusieurs mois après on a trouvé, à une certaine distance du lieu où elle existait, plusieurs autres sources dont l'une était tout aussi sulfureuse, plus abondante et plus chaude que l'ancienne source du Pré n° 1, dont on lui a conservé le nom; elle a marqué dès l'origine 60° centigrades, et ne s'est nullement réchauffée depuis. Quoiqu'elle soit moins chaude que la source Bayen, elle est plus sulfureuse qu'elle, de l'avis de tous ceux qui l'ont examinée; il faut pourtant en excepter l'observateur dont je parle, qui se trouve sur ce point, comme sur beaucoup d'autres, être seul de son avis.

La sulfhydrométrie m'a fourni le sujet de recherches spéciales, dont les résultats porteront peut-être les chimistes à douter un peu plus qu'ils ne l'ont fait jusqu'à ce jour de la valeur des essais exécutés par cette méthode, lorsque ces essais n'ont pas été conduits par des hommes bien accoutumés aux difficultés de l'analyse, et parfaitement capables d'apprécier et d'éviter les causes d'erreurs si nombreuses qui entourent ce mode d'expérimentation. On sera peut-être convaincu, après avoir lu les observations que j'ai recueillies à ce sujet, que les résultats obtenus par des personnes étrangères à la pratique journalière de la chimie, qui se sont contentées de faire une promenade dans les Pyrénées et d'y observer les eaux à l'aide d'un thermomètre et d'un sulfhydromètre, sont en général insuffisantes. Il est plus difficile qu'on ne le pense de bien étudier une source minérale au point de vue de la physique et de la chimie, et les hommes vraiment spéciaux sont malheureusement seuls convaincus de cette difficulté.

C'est en se contentant des données vagues et incomplètes ainsi recueillies qu'on est arrivé à faire douter d'une manière absolue de l'utilité des recherches chimiques quand il s'agit de l'appréciation des qualités d'une eau minérale. Pour celui qui examine superficiellement les choses, les eaux de Baréges, par exemple, peuvent

trouver leurs analogues dans une foule d'établissements thermaux des Pyrénées ; c'est ainsi qu'en ne consultant que le thermomètre et le sulfhydromètre, on arriverait à trouver que l'eau de la douche à Baréges est analogue à celle de Richard supérieure, à Bagnères-de-Luchon.

Les chiffres suivants, que j'emprunte au travail publié en 1841, par M. Gintrac, en fournissent la preuve :

Barèges, douche, temp. 45,00, sulfure de sod. 0,0434.
Luchon, Richard, temp. 47,50, sulfure de sod. 0,0421.

Mais l'expérience donnerait un démenti formel à un pareil rapprochement ; disons tout de suite qu'une analyse chimique bien faite justifierait ce démenti.

Les données fournies par la chimie ne peuvent pas être inutiles au médecin, quand elles sont complètes et exactes. S'il arrive quelquefois que l'observation médicale n'est pas d'accord avec les prévisions de la chimie, n'en accusons ni la chimie ni la médecine, accusons plutôt le chimiste ou le médecin : l'harmonie qui existe entre les diverses sciences est trop grande pour que les données fournies par l'une d'elles soient en opposition avec celles que fournissent les autres. Quand les données de la chimie ne sont pas confirmées par l'observation médicale, nous devons tout simplement en conclure que l'un des observateurs a mal vu ou n'a pas tout vu ; mais, encore une fois, ne fondons pas les accusations élevées contre les chimistes sur des données incomplètes qui ne prouvent pas ce que certaines personnes ont voulu leur faire prouver.

Qu'on n'aille pas croire que je prétends imposer au médecin les analyses chimiques comme un guide sûr et infaillible : loin de moi de pareilles idées ; je crois que la connaissance exacte de la composition des eaux minérales constitue l'un des bons moyens dont le praticien peut se servir pour s'éclairer sur leurs vertus ; mais ce moyen serait insuffisant, s'il était employé seul, quel que fût le degré de perfection de l'analyse des eaux.

A mon avis, les chimistes, lorsqu'ils ont étudié les

eaux minérales, n'ont pas tenu un compte suffisant d'une foule de circonstances qui peuvent exercer une influence très-grande sur leur activité. C'est qu'en effet il arrive souvent que ces circonstances ne se dévoilent à l'observateur que lorsqu'il a passé plusieurs mois auprès des sources, et qu'il est rare qu'un savant consacre un temps aussi long à l'étude des eaux d'un seul établissement.

Jusqu'à ce jour, les chimistes et plusieurs médecins ont considéré les eaux sulfureuses des Pyrénées comme étant d'autant plus actives qu'elles sont plus riches en soufre; et pourtant, avec un peu de réflexion, on eût pu se convaincre aisément qu'il n'existe pas un rapport aussi marqué qu'on l'avait pensé entre la richesse des eaux en soufre et l'énergie de leur action sur l'économie.

A Luchon, par exemple, l'eau de la source la Reine fournit des bains qui sont tellement excitants que l'usage doit en être interdit à un assez grand nombre de malades ; et il arrive souvent que ces derniers s'accommodent beaucoup mieux de l'usage d'une eau qui renferme une quantité de soufre supérieure à celle de la Reine.

Quand on cherche la cause de ces différences, on ne tarde pas à la découvrir ; les anciennes sources de Luchon, et celle de la Reine en particulier, sont tellement altérables, qu'un séjour, même très-peu prolongé, au contact de l'air, en change complètement la nature ; les conduits dans lesquels circulent ces eaux se recouvrent de soufre dans la partie qui est au-dessus du liquide, les voûtes des réservoirs sont aussi recouvertes au bout de peu de temps de croûtes de soufre assez épaisses, et ce phénomène se produit quand même, comme cela a lieu pour la Grotte inférieure : le réservoir est bâti sur la source elle-même.

Ces dépôts de soufre, dans des endroits que le niveau de l'eau sulfureuse n'atteint jamais, ne peuvent provenir que du dégagement d'une quantité notable d'acide sulfhydrique et de la décomposition de ce gaz par l'oxygène de l'air.

Plusieurs des sources nouvelles, quoique placées dans

des conditions semblables, n'ont pas fourni jusqu'à ce jour de dépôts de soufre, et se sont montrées beaucoup moins altérables que les précédentes. Je tiens de plusieurs médecins de Luchon que des malades qui n'avaient pas pu supporter les bains de la Reine ont supporté sans inconvénient ceux de la source Bordeu, quoique ces derniers contiennent une quantité de soufre double. Les eaux d'Ax, comme celles de Bagnères-de-Luchon, sont très-altérables : elles donnent lieu aussi à cette sublimation apparente de soufre. Ces eaux, comme celles des anciennes sources de Luchon, passent pour très-excitantes. Il y a donc dans les Pyrénées des sources sulfureuses de deux sortes. Les unes, très-décomposables, agissent sur le malade en lui fournissant une forte proportion d'acide sulfhydrique qui agit et sur la peau et sur le poumon : l'action de ces eaux est presque toujours rapide et immédiatement générale; les autres, plus stables, agissent surtout par le sulfure de sodium : leur action est d'abord locale, et ne devient générale qu'avec une lenteur suffisante pour que l'économie ait eu le temps de s'y accoutumer et ait pu la recevoir sans secousse. Les premières conviennent évidemment mieux lorsqu'il faut exciter l'économie d'une manière vive et rapide ; leur action doit probablement être moins durable que celle des secondes. Les eaux qui se décomposent avec plus de lenteur jouissent plus particulièrement de la réputation de guérir les plaies, les ulcères, les trajets fistuleux, etc. Ne doivent-elles pas cette supériorité, dans ces cas, à ce que le sulfure qu'elles contiennent n'étant pas dans un état permanent de décomposition, comme cela a lieu pour les premières, peut exercer son influence bienfaisante sur la partie malade d'une manière plus prolongée, et par conséquent plus complète? Je reviendrai dans le courant de ce travail sur ces vues générales, que je me contente d'indiquer pour le moment.

Les eaux ferrugineuses des Pyrénées peuvent être distinguées en sulfatées, carbonatées et crénatées. Les premières se rencontrent surtout dans la partie haute de la

chaîne; elles doivent probablement leur origine à l'action simultanée de l'air et de l'eau sur les pyrites qui s'y trouvent en si grande abondance.

Les sources ferrugineuses carbonatées sont plus rares et se rencontrent plutôt dans la partie la plus basse de la chaîne. Quant aux sources crénatées, on en trouve de très-importantes sur plusieurs points.

Les sources salées des Pyrénées sont pour la plupart fort remarquables et pourtant très-peu connues ; la source salée de Salies (en Béarn) ne renferme pas moins de 200 grammes de chlorure de sodium par litre; elle est riche en bromure de magnésium, et pourtant, jusqu'à ce jour, on n'en a que rarement utilisé les propriétés curatives.

Les sources salines séléniteuses sont mieux connues et plus fréquentées; pour celles-ci une expérience qui date de plusieurs siècles a consacré leur efficacité d'une manière positive et incontestable. Je ne sais si l'on s'est bien rendu compte jusqu'à ce jour de la véritable cause de l'activité de ces eaux; on attribue en général cette activité surtout aux sulfates de soude et de magnésie qui s'y trouvent pourtant en assez faible proportion, de 3 à 6 décig. par litre, et on considère comme inutile, sinon comme nuisible, la forte proportion de sulfate de chaux qu'elles renferment. Je doute fort que cette manière de voir soit exacte, et je suis loin d'être convaincu que le sulfate de chaux, qui est l'élément dominant dans ces eaux, n'entre pour rien dans leur action médicatrice.

Parmi les sources dont je m'occupe en ce moment, il en est quelques-unes qui me paraissent constituer, au point de vue médical, un groupe à part; ce sont celles de Barbazan, Audinac, Aulus, Capvern, qui sont en même temps salines et ferrugineuses.

Les eaux que je viens d'énumérer seront étudiées dans l'ordre suivant :

1° Eaux sulfureuses { à base de sulfure de sodium.
à base de sulfure de calcium.

2° Eaux salées.

3° Eaux salines simples.

4° Eaux salines séléniteuses.

5° Eaux ferrugineuses { sulfatées. carbonatées et crénatées. crénatées.

J'ai joint à l'exposé de mes recherches sur la composition chimique des eaux minérales, les résultats principaux de celles qui ont été faites par les praticiens les plus distingués, relativement à leur action thérapeutique. On pourra voir, en suivant ce rapprochement, si l'étude clinique de ces eaux confirme les données de la chimie, ou si, comme le croient certains praticiens, ces dernières sont en opposition avec les faits qu'on observe tous les jours dans les établissements thermaux.

L'étude de chaque genre d'eau sera précédée de considérations générales sur leurs principales propriétés, leur mode de formation, les analogies qu'elles présentent avec d'autres sources, les variations qu'elles éprouvent dans les diverses saisons, les difficultés que présente leur analyse, etc. Je rapporterai avec soin les analyses qui ont précédé les miennes, je discuterai les théories qui s'y rattachent; je rendrai, en un mot, cette étude aussi complète et aussi vraie qu'il me sera possible; j'aurai atteint mon but si, en publiant ces recherches, j'ai fait une chose utile et pour la science et pour les malades.

INTRODUCTION.

DE L'ACTION THÉRAPEUTIQUE DES EAUX MINÉRALES EN GÉNÉRAL.

Si l'on considère le nombre des malades qui se rendent tous les ans auprès des établissements thermaux pour y rétablir leur santé ; si l'on se rappelle que la vogue de la plupart des eaux minérales date de plusieurs siècles, et que des savants du premier mérite nous ont laissé des travaux remarquables sur quelques-unes d'entre elles, on sera raisonnablement autorisé à penser que l'action thérapeutique de ces eaux doit être parfaitement connue. Cependant un simple coup-d'œil jeté sur les ouvrages que nous possédons sur ce sujet suffit pour donner la certitude que rien n'est moins avancé que cette partie de l'histoire des eaux minérales ; c'est à ce point que des praticiens, fort distingués d'ailleurs, nous déclarent que nous ne sommes pas plus

avancés, sous ce rapport, qu'on ne l'était au temps où vivaient les Bordeu.

Et pourtant ce ne sont pas les faits qui manquent, car c'est par milliers qu'on pourrait compter aujourd'hui les observations recueillies par des médecins dont on ne peut suspecter ni le savoir ni la bonne foi. Ce qui manque, c'est une discussion sévère et approfondie de ces faits, qui, pris isolément, n'ont qu'une médiocre importance, mais dont l'ensemble peut nous fournir des notions du plus haut intérêt et les éléments d'une doctrine rationnelle basée sur l'expérience.

Ce qui frappe le plus quand on parcourt les ouvrages qui ont été écrits sur les eaux minérales, c'est la similitude apparente d'action de plusieurs eaux qui diffèrent le plus sous le rapport de la nature des éléments minéralisateurs. Parcourez la nomenclature des maladies qu'on traite avec succès à Vichy, à Baréges, au Mont-d'Or, à Ems, à Bagnères-de-Bigorre.... et vous trouverez, à votre grande surprise, qu'elle est presque la même pour chacune de ces eaux, qui cependant ne se ressemblent guère au point de vue de leur composition chimique.

Ce fait avait frappé Théophile Bordeu qui s'exprimait ainsi :

« On ignore pourquoi les mêmes maladies, ou
» qui paraissent être les mêmes, se guérissent
» quelquefois par toutes nos eaux indistinctement.
» Cela viendrait-il d'une propriété qui leur est
» commune à toutes ou du caractère des maladies

» tellement benin que tout remède, pour ainsi
» dire, pourrait les guérir (1)? »

Convenons tout de suite que l'incertitude n'est pas la même aujourd'hui que du temps de Bordeu, et que la cause de cette similitude d'action de plusieurs eaux minérales fort différentes nous est mieux connue, grâces aux travaux remarquables qui ont paru depuis quelques années.

Il est admis aujourd'hui qu'il faut distinguer dans l'action thérapeutique d'une eau thermale la part qui revient au calorique de celle qui revient à l'eau et aux principes minéralisateurs qu'elle renferme.

L'eau et le calorique sont des éléments d'action communs à toutes les sources thermales; la nature des composés que chacune d'elles tient en dissolution les distingue, au contraire, les unes des autres.

« L'efficacité d'une eau minérale, dit Anglada (2),
» est incontestablement subordonnée à sa tempéra-
» ture, à la qualité, à l'assortiment et aux propor-
» tions des matériaux actifs qu'elle entraîne. »

Plus loin, le même auteur ajoute (3) :

« Dans l'ensemble des causes qui peuvent contri-
» buer à modifier l'efficacité des eaux minérales,
» les aptitudes de l'eau elle-même n'occupent-elles

(1) Bordeu, *Œuvres complètes*, par Richerand, théor. CXXXVIII.

(2) Anglada, tome II, page 371.

(3) Anglada, tome II, page 381.

» pas une assez grande place, et ont-elles été éva-
» luées jusqu'ici aussi rigoureusement qu'elles mé-
» riteraient de l'être ?

» Considérée comme agent thérapeutique, l'eau
» seule, aidée de certaines températures, produit
» des effets médicinaux si diversifiés qu'on peut se
» promettre de trouver en elle une foule de médi-
» caments différents.

» La matière médicale n'offre, sous ce rapport,
» aucune puissance qui puisse lui être assimilée.
» Prothée médicinal, l'eau se reproduit avec de
» nouvelles vertus dans toutes les familles de médi-
» caments. Par elle, on produit des effets émol-
» lients, tempérants, toniques, astringents, stupé-
» fiants, antispasmodiques, excitants, rubéfiants,
» escarotiques, diurétiques, sudorifiques, etc.

» Pour transformer ainsi ses modes d'efficacité,
» il suffit de faire varier ses températures et de
» l'employer tiède, froide, à l'état de glace ou dotée
» de températures chaudes plus ou moins élevées.

. . . . . .

» ..... Ainsi, le même liquide, qui de 35° c. à
» 37° peut passer pour émollient, devient puissam-
» ment excitant de 39 à 41°, et se transforme en
» un irritant énergique de 42 à 45°, température
» qu'on ne peut guère supporter que quelques
» instants.

» Les différences de température, si puissantes
» par elles-mêmes pour changer le mode d'action
» du liquide thermal, exercent aussi une haute

» influence pour modifier l'impression produite par
» les autres agents médicamenteux. Que le principe
» sulfureux, l'acide carbonique, les carbonates alca-
» lins, les sels ferrugineux et les autres matières
» salines agissent sur le corps de l'homme, alors
» que la chaleur du véhicule aura placé les organes
» dans un état d'*excitation*, d'éréthisme ou de sen-
» sibilité expansive très-prononcée, l'impression
» qui en résultera sera toute autre, par son intensité
» ou par son caractère, que si ces dispositions
» avaient été amorties à l'aide de températures
» moins élevées. »

Anglada s'explique ainsi pourquoi des eaux thermales d'une constitution chimique semblable se prêtent souvent à des indications différentes suivant que leur température est plus ou moins élevée, et pourquoi des eaux fort différentes, quant à leur composition, peuvent souvent convenir au traitement des mêmes maladies.

Nous retrouvons des idées analogues à celles d'Anglada dans les écrits postérieurs de MM. Fontan, Durand-Fardel, Alibert-Constant, et dans plusieurs autres.

Il est aisé de concevoir, d'après cela, pourquoi des maladies fort nombreuses peuvent être traitées avec un égal succès par des eaux minérales de natures très-différentes; ces maladies sont celles dont on peut déterminer la guérison par l'emploi bien entendu de l'eau et du calorique.

C'est pour n'avoir pas tenu un compte suffisant

de cette distinction que quelques médecins ont soutenu que toutes les eaux agissent de la même manière, et que les bons effets qu'elles produisent sont dus à l'excitation qu'elles impriment à l'organisme tout entier.

Toutes les eaux sont excitantes, dit M. Léon Marchant, qu'elles soient chaudes ou froides, qu'elles soient ferrugineuses, acidules, sulfureuses ou salines : « L'excitation minérale réside principalement dans l'assemblage des matières terreuses, salines et gazeuses qu'elles renferment; cette excitation dépend aussi de leur température lorsqu'elle dépasse celle de la chaleur humaine; elle se manifeste par l'abattement des forces, la douleur, la fièvre; elle se manifeste dans toutes les maladies par ces caractères symptomatiques, ainsi que par le rétablissement d'anciens couloirs, soit sanguins, soit humoraux; par l'activité des foyers en suppuration, par le développement de tumeurs, par l'apparition d'exanthèmes, par le passage d'un état chronique à un état aigu, etc. »

Il y a quelque chose de séduisant dans cette théorie de l'excitation; mais quand on examine sérieusement les observations des meilleurs médecins d'eaux minérales, on s'aperçoit bientôt qu'elles ne sont pas en harmonie avec cette manière d'envisager les effets de ces eaux. Il faut, d'ailleurs, avant tout, s'entendre sur la valeur qu'on attribue au mot *excitation;* si l'on désigne, en effet, sous ce nom une manière d'agir propre à augmenter l'énergie

vitale des organes, à faciliter l'accomplissement des fonctions, une stimulation générale de l'économie, sous l'influence de laquelle la guérison d'une multitude d'affections liées à un état d'asthénie bien prononcée peut être obtenue, on ne saurait s'empêcher de reconnaître que les eaux agissent le plus ordinairement de cette manière; mais il y a loin de cette stimulation douce, et en quelque sorte insensible des organes, à cette manière d'agir plus brusque, plus violente, qu'on désigne habituellement sous le nom d'excitation.

Les faits les mieux observés nous montrent qu'en général l'excitation franche est produite par toutes les eaux thermales, quand elles sont employées à une haute température. Je me chargerais, dit M. Fontan, de calmer la susceptibilité nerveuse d'une petite maîtresse avec un bain d'eau de la Grotte de Bagnères-de-Luchon, appliqué à 32 ou 33° centigrades, et d'exciter un hercule avec la source de la Preste ou celle du Pré, à Cauterets, à la température de 44 à 47°.

Les faits rapportés par M. Camus (*Nouvelles réflexions*, page 88) montrent que les effets des eaux sulfureuses sont loin de se rattacher d'une manière uniforme à l'excitation, et que ce n'est pas en stimulant qu'elles agissent dans la majorité des cas où elles réussissent. En général, les eaux à basse température, celles surtout qui se rapprochent, sous ce rapport, du degré de chaleur du corps humain sont considérées comme tempérantes,

sédatives, hyposthénisantes; elles réussissent merveilleusement pour combattre les affections nerveuses.

M. Fabas considère les eaux de Saint-Sauveur comme plus douces que celles de Barèges; elles ne procurent aux malades qu'une moiteur, une transpiration continue, mais peu sensible et un peu d'agitation dans les sucs qu'elles délaient; elles sollicitent l'ensemble des organes à suivre avec plus de règle les lois de la santé; elles sont détersives, fondantes, antispasmodiques, toniques, diurétiques, dépuratives; etc.

M. Fabas ne rapporte aucun cas dans lequel ces eaux aient provoqué des phénomènes d'excitation ou de révulsion.

Les observations si belles et si nombreuses de Bordeu nous montrent aussi les eaux minérales des Pyrénées comme n'agissant que rarement à la manière des excitants; Théophile Bordeu allait jusqu'à s'en servir pour combattre certaines maladies aiguës.

Les eaux minérales ne sont ordinairement employées que pour combattre des affections chroniques; si l'on considère leur manière d'agir, on voit que toutes se ressemblent, en ce sens qu'elles modifient la vitalité de nos organes et qu'elles agissent sur l'ensemble de l'économie. Bordeu avait parfaitement remarqué que les eaux minérales facilitent l'accomplissement de toutes les fonctions, et que souvent la guérison d'une maladie locale est beau-

coup moins la conséquence de l'action directe des eaux sur la partie malade que du surcroît d'activité qu'elles ont imprimé à l'économie tout entière.

Dans le beau travail qu'il a publié sur les eaux de Vichy, M. Durand-Fardel s'exprime ainsi :

« L'organisme souffre de deux manières dans le » cours d'une maladie chronique : d'abord, parce » que la solidarité qui unit entre eux tous les orga- » nes et toutes les fonctions fait que la perversion » ou l'abolition des fonctions d'un organe ne peut » manquer de se faire sentir sur tous les autres. Le » trouble général de l'organisme dans ces sortes de » maladies consiste dans un état d'amoindrissement » des forces et d'affaiblissement des fonctions qui » domine parfois l'appareil morbide tout entier. »

Les eaux minérales ont précisément l'avantage de ne pas agir seulement sur la partie malade, mais de modifier avantageusement toutes les fonctions, et spécialement celles qui s'opèrent sur les surfaces digestives et cutanées.

« Ces eaux, dit M. Patissier, agissent principale- » ment sur deux vastes surfaces : sur la muqueuse » gastro-intestinale et sur tout l'appareil tégumen- » taire; elles excitent ces deux membranes qui, à » leur tour, réagissent sur les autres organes liés » avec elles par de nombreuses sympathies, activent » leurs fonctions et modifient leur vitalité ; elles » produisent dans l'économie une transmutation » intime; elles retrempent, en quelque sorte, le » corps malade. »

Il n'est pas rare de voir les affections chroniques revêtir momentanément, sous l'influence des eaux, quelques-uns des caractères de l'état aigu, et disparaître ensuite avec plus de facilité.

L'effet salutaire des eaux n'est pas toujours immédiat; il arrive souvent qu'il se produit avec lenteur et que la guérison n'est complète que longtemps après qu'on en a cessé l'emploi. Ceci est la conséquence nécessaire de la manière d'agir dont nous parlions tout-à-l'heure. Toute maladie purement locale pourra être promptement modifiée par leur usage; mais une maladie qui affecte le corps tout entier ou même une maladie locale qui est sous la dépendance d'un dérangement de l'ensemble des fonctions ne cèderont qu'après le retour de ces dernières à l'état normal, et ce retour s'effectue ordinairement avec une certaine lenteur. C'est cette ressemblance dans la manière d'agir de toutes les eaux minérales qui a fait penser à quelques auteurs que la distraction, le voyage, le changement d'habitudes et de régime, le séjour dans un air plus pur, etc., contribuaient pour beaucoup à la guérison dans un grand nombre de cas. Il est certain qu'on ne saurait nier l'influence favorable que ces diverses circonstances peuvent exercer sur plusieurs malades; mais quand on voit les gens de la localité même trouver leur guérison auprès de certaines sources, alors qu'ils n'ont apporté aucun changement dans leur manière de vivre habituelle, et qu'ils ne se livrent à aucune des distractions que

recherchent ordinairement les étrangers, on est bien obligé de reconnaître que l'action curative des eaux leur est propre et est souvent indépendante de l'influence de tout changement dans la manière de vivre. L'analogie remarquable que présentent les eaux minérales les plus différentes, quand on les considère au point de vue de leur action thérapeutique, a porté certains auteurs à les regarder comme agissant toutes de la même manière; il n'en est pourtant pas ainsi, et s'il est vrai que certaines maladies cèdent avec une facilité à peu près égale à l'usage d'une eau minérale quelconque, il est aussi parfaitement démontré que d'autres ne peuvent céder qu'à l'emploi de certaines d'entre elles, et que le choix est loin d'être indifférent. C'est ainsi que les eaux de Vichy améliorent plus facilement que beaucoup d'autres certaines affections du foie, du tube digestif ou des voies urinaires; que les eaux de Balaruc sont recommandées pour la guérison de certaines paralysies; celles de Cauterets et de Bonnes, pour les affections de la poitrine; celles d'Ussat, de Néris, pour les maladies nerveuses; celles de Barèges, pour les plaies d'armes à feu, etc. Le médecin devra se laisser guider dans le choix qu'il prescrira par la nature de l'affection, l'état du malade, son tempérament, par la période de la maladie; il tiendra compte de la température et de la constitution chimique de l'eau, des ressources balnéaires de l'établissement thermal, etc.

Les eaux acidules, alcalines et les salines sont

employées plus spécialement pour combattre les affections chroniques des voies digestives ; les sulfureuses contre certaines maladies des voies respiratoires, les maladies de la peau, les scrofules, le rachitis. Toutes sont plus ou moins utiles pour combattre le rhumatisme ; mais si la maladie est compliquée d'un état nerveux, on se trouvera mieux de l'emploi des eaux à température modérée peu minéralisées que de celui des eaux trop chaudes et riches en éléments minéralisateurs.

Quand on cherche à s'expliquer le mode d'action des eaux, on éprouve quelque difficulté, si l'on ne tient pas compte des notions que nous avons exposées.

La difficulté diminue, sans cependant disparaître en entier, quand on distingue ce qui revient à l'eau et à la thermalité, de ce qui revient à la minéralisation. Cette distinction, qui date déjà de loin, a été admise par plusieurs auteurs, et, entre autres, par M. le docteur Gustave Astrié qui en a tiré un excellent parti dans le beau travail qu'il a adressé au concours ouvert par la Société de Médecine de Toulouse en 1853, travail qui a obtenu le grand prix de cette année (1).

(1) Les questions posées par la Société de Médecine étaient les suivantes :

Déterminer par l'observation la valeur thérapeutique des eaux thermales sulfureuses.

Préciser leurs indications et leurs divers modes d'administration dans les maladies chroniques.

Pour bien étudier les eaux minérales, dit M. Astrié, il faut : 1° examiner avec soin ce qu'on peut appeler la matière médicale et pharmaceutique des eaux; 2° procéder à la recherche analytique de l'action des divers agents que présentent au médecin les stations minéro-thermales. Cet ordre de recherches comprend :

A. L'action de l'aggrégat minéral.

B. L'action de la thermalité.

C. L'action du mode balnéaire.

D. L'influence hygiénique des stations thermales.

3° Examiner l'action générale des divers groupes d'eaux déduite de ces données préliminaires et de l'observation clinique, et étudiée dans ses modes chimico-physiologique, dynamique, thérapeutique. On doit donc procéder à l'étude d'une eau minérale comme on le ferait pour tout autre médicament composé.

Il faut aussi tenir compte du mode de captage et d'aménagement des sources. On conçoit, en effet, qu'une source mal captée puisse fréquemment être atteinte par des infiltrations d'eaux pluviales, et perdre ainsi une bonne partie de son efficacité; une source mal aménagée peut éprouver une altération notable sous l'influence de l'air ou de plusieurs autres causes. En pareil cas, une source très-ferrugineuse à son point d'émergence peut arriver sur les lieux d'emploi presque entièrement dépouillée de son principe le plus actif; une eau sulfureuse peut s'altérer au point de perdre son odeur caractéristi-

que; une eau gazeuse peut laisser échapper la majeure partie du gaz qu'elle tient en dissolution. Tout cela n'est pas indifférent. N'oublions pas que c'est sur l'eau prise au griffon que portent, en général, les analyses des chimistes, et que c'est sur l'action d'une eau constituée, comme elle l'est à son point d'émergence, que le médecin croit pouvoir compter. Peut-être le désaccord qui existe quelquefois entre les prévisions du chimiste et les observations du médecin serait-il nul ou beaucoup moindre, si l'on se pénétrait bien des causes d'erreurs que je signale en ce moment; peut-être alors s'expliquerait-on pourquoi des sources, que les chimistes regardent comme composées de la même manière, exercent une action fort différente sur les malades; si deux sources égales d'ailleurs sont, l'une mal captée et mal aménagée, l'autre, au contraire, mise à l'abri de toute cause d'altération, il est de la dernière évidence qu'en dépit des indications que fournissent les analyses, elles produiront des effets différents; mais ici la contradiction est plutôt apparente que réelle.

Disons, d'ailleurs, que cette identité de composition chimique est bien plus rare qu'on ne pense. Quant à moi, je la regarde comme n'existant presque jamais. Il y a dans les Pyrénées, comme à Vichy et comme dans beaucoup d'autres endroits, des sources qui se ressemblent beaucoup et qu'on croirait identiques, si l'on s'en rapportait à des essais superficiels; mais quand on y regarde de

près, on voit cette identité apparente s'effacer peu à peu; des différences de plus en plus prononcées se dévoilent aux yeux de l'observateur à mesure qu'il approfondit leur étude, et alors les différences que présente l'observation clinique sont ordinairement d'accord avec celles que signale une bonne analyse.

Qu'on ne s'y trompe pas, il faut souvent beaucoup de temps pour parvenir à distinguer les nuances légères qui distinguent certaines sources; je dirai même qu'il faut pour cela plus de temps qu'on n'en consacre habituellement à l'analyse des eaux.

Il importe peu que deux eaux renferment la même quantité de sulfure de sodium ou de bi-carbonate de soude, si l'une d'elles, dans chaque genre, laisse dégager constamment ou de l'acide sulfhydrique ou de l'acide carbonique, tandis que l'autre retiendra intact le sulfure ou le bi-carbonate alcalin. L'action thérapeutique des deux eaux sera certainement différente, quoique les proportions des éléments les plus actifs y soient les mêmes.

On porte généralement une attention trop exclusive sur les éléments minéralisateurs qui dominent dans une eau, et l'on se préoccupe fort peu de l'action de quelques autres éléments qui accompagnent les premiers et qui souvent réagissent sur eux avec assez de force pour les dénaturer et changer complètement la forme du médicament. Prenez deux eaux contenant des quantités égales de sulfure de sodium et possédant la même thermalité.

mêlez avec l'une d'elles de la silice en gelée ; cette silice se dissoudra en partie, et vous verrez le principe sulfureux de cette eau s'échapper sous la forme d'acide sulfhydrique dans un temps fort court ; la deuxième, au contraire, restera plus longtemps sulfureuse. Ce mélange, que je suppose artificiel, existe dans la nature, et, jusqu'à ce jour, on s'en est fort peu préoccupé. Croit-on cependant qu'une eau qui se décompose d'une manière continuelle, et verse dans l'atmosphère des torrents d'acide sulfhydrique, agira sur les malades comme le ferait une autre eau également sulfureuse, mais moins décomposable ? Evidemment non.

Qu'on cesse donc de considérer comme inutiles les analyses chimiques ; qu'on dise plutôt qu'elles sont incomplètes, qu'il convient de les faire avec un plus grand soin, on sera ainsi dans le vrai.

Le mode d'administration des eaux peut aussi faire varier beaucoup leurs effets ; supposons deux eaux absolument pareilles au point de vue de leur composition chimique, mais dont l'une possèdera une température de 34° centigrades, et l'autre une température de 40° : il est certain *à priori* que ces deux eaux pourront ne pas agir de la même manière ; car si nous voulons les administrer à la même température, nous serons obligés de laisser refroidir la deuxième, et alors elle courra le risque d'être altérée par le contact de l'air, de laisser dégager une portion des gaz qui s'y trouvent dissous, ou d'éprouver encore d'autres pertes. Voulons-nous

au contraire les administrer telles que la nature nous les fournit, la différence de température qui existe entre elles suffira pour modifier profondément l'action médicatrice; et de ces deux eaux, minéralisées de la même manière, l'une joindra, à l'action altérante et en quelque sorte spécifique de l'aggrégat minéral, une action sédative; l'autre, au contraire, pourra produire tous les phénomènes de l'excitation. Ce que je traduis ici sous la forme d'hypothèse se rencontre tous les jours dans la réalité, et souvent on n'en tient pas autant de compte qu'on devrait le faire.

L'étude de l'action thérapeutique des eaux minérales constitue donc l'un des problèmes les plus compliqués dont la solution puisse être proposée au médecin.

Si vous demandez à la chimie seule de vous dévoiler le secret de leur activité, elle ne pourra vous fournir que des données insuffisantes. Voulez-vous au contraire vous en tenir à l'observation pure et simple des faits, vous tombez dans l'empirisme, et l'on sait où conduit une pareille voie.

Quand on veut résoudre un problème, il faut ne négliger aucun des éléments de solution dont on dispose; car si l'on en met un seul de côté, cela suffit quelquefois pour rendre toute solution absolument impossible.

Pour se rendre un compte exact de l'efficacité des eaux minérales, il faut, comme je l'ai déjà dit, avoir des notions précises sur leur composition chi-

mique, sur l'action que chacun des principes actifs qu'elles renferment exerce sur l'économie, sur les réactions qu'exercent les uns sur les autres les éléments actifs de l'eau, et sur les changements qui peuvent en résulter, soit au point de vue de la composition chimique du liquide médicamenteux, soit au point de vue de son action sur l'économie; il faut faire la part qui revient aux altérations que l'eau a pu subir avant d'arriver sur les lieux d'emploi, à la différence de température des sources, au mode d'administration, à l'influence hygiénique de la localité thermale : à tout cela doivent s'ajouter des notions exactes sur la maladie et sur le malade. Comme on le voit, le problème est difficile à résoudre, et il ne faut pas s'étonner si sa solution n'a fait que peu de progrès.

C'est avec raison que M. Patissier dit, dans son livre, en parlant de l'action que les éléments actifs des eaux minérales exercent sur l'économie, que « ces divers principes agissent, mêlés, combinés, » tels que la nature les a réunis, et de leur action » réciproque doit nécessairement résulter une action » médicatrice différente de celle que chacun possède » dans son état distinct et isolé. »

Rien n'est plus vrai que cela; mais s'ensuit-il, comme le disent assez clairement certains médecins d'eaux minérales, que la connaissance de la composition chimique de ces eaux ne nous apprend rien et qu'elle est pour le praticien d'une inutilité complète? Telle n'est pas l'opinion de M. Patissier, telle

n'est pas la nôtre. En attribuant à une pareille doctrine un sens exagéré, on fermerait une voie utile à l'induction rationnelle. Lorsque le médecin prescrit du quinquina, il est bien certain que les éléments du quinquina agissent sur le malade, non pas comme ils le feraient s'ils étaient pris isolément, mais bien dans l'état de combinaison intime où les a placés la nature. Faut-il admettre pour cela que la quinine ne constitue pas le principe le plus actif de tous ceux que renferme cette écorce, et que l'isolement de cette base n'a jeté aucun jour sur la cause des propriétés thérapeutiques du quinquina? Personne, je suppose, n'oserait soutenir une pareille hérésie scientifique ; et pourtant on admet sans peine un raisonnement du même genre, quand il s'agit des eaux minérales. On oublie qu'il y a dans ces préparations médicamenteuses, à côté d'un principe dont l'action domine habituellement celle des autres, des adjuvants et des correctifs comme on en introduit tous les jours dans des médicaments ordinaires.

Voyez, nous dit-on, si les eaux ferrugineuses ne produisent pas des effets bien plus prononcés que toute autre préparation, et cela avec des doses de fer infiniment moindres? De pareils arguments sont spécieux, sans doute; mais on raisonne toujours comme si les autres éléments, qui sont placés à côté du fer dans l'eau minérale, n'exerçaient aucune action sur lui. Bien des choses mystérieuses en apparence deviendraient plus faciles à comprendre

qu'on ne le croit généralement, si l'on tenait compte de toutes les circonstances qui peuvent modifier l'action des principes les plus essentiels des eaux. On se demande pourquoi certaines eaux, celles d'Encausse par exemple, guérissent les fièvres intermittentes, alors que rien dans leur composition chimique ne peut rendre compte de leur efficacité. Je suis en mesure de répondre à cette objection ; car il m'est arrivé deux fois de guérir des malades atteints de fièvres intermittentes rebelles, à l'aide *de l'eau artificielle d'Encausse, prise en boisson à Toulouse.* Je dois même ajouter que les malades n'abusaient pas de la boisson comme le font la plupart de ceux qui vont à Encausse, qui sont souvent purgés par une véritable indigestion d'eau. Croit-on que lorsque des individus accoutumés, comme le sont les habitants du bassin sous-pyrénéen, à user d'eaux potables très-pures, trop pures peut-être, viennent à se soumettre brusquement à l'usage d'une eau qui ne contient pas moins de 2 grammes et demi de sels par litre, d'une eau qui est littéralement saturée de sulfate de chaux, qui est assez riche en sulfate de magnésie et en sel marin, croit-on, dis-je, que ces individus ne doivent pas éprouver une action marquée de la part de leur nouvelle boisson ? Que l'on veuille bien ne pas perdre de vue que ces eaux, chargées de sulfate de chaux, qui sont si nombreuses à la base des Pyrénées, ont toutes la réputation d'être fébrifuges et qu'elles ont toutes aussi la réputation d'être laxatives, et l'on s'expli-

quera pourquoi des fièvres intermittentes, qui étaient liées à un dérangement des fonctions digestives, à des affections du foie, etc., peuvent disparaître sous l'influence de l'action dérivative que ces eaux exercent sur l'appareil gastro-intestinal. En général, l'action thérapeutique des eaux minérales est fort analogue à celle qu'exercent sur l'économie les principes médicamenteux qui dominent dans chacune d'elles. Parcourez les ouvrages des auteurs anciens et modernes, cherchez quelles sont les maladies qu'on guérissait autrefois ou qu'on guérit aujourd'hui à l'aide des préparations de soufre, vous trouverez qu'elles sont les mêmes que celles qu'on traite avec succès aux eaux sulfureuses.

Mais, dira-t-on, les eaux sulfureuses n'agissent pas comme le feraient, à dose égale, le sulfure de sodium ou l'acide sulfhydrique, dont les chimistes y démontrent l'existence? Non sans doute, et il doit en être ainsi; car elles renferment, à côté du sulfure, des silicates, des chlorures, des carbonates alcalins, des matières organiques qui ne se trouvent pas dans les préparations artificielles que vous leur comparez; bien loin de vous étonner de cette différence, vous auriez dû la prévoir (1).

(1) D'après des données que j'emprunte au travail de M. Gustave Astrié, la quantité de sel marin que renferme un bain de diverses eaux sulfureuses varie de 2 à 890 grammes. L'eau de Bonnes contient 49 fois autant de sel marin que celle d'Aix en Savoie. Celle d'Uriage en contient 508 fois autant.

A-t-on jamais songé, pour imiter un bain de Bagnères-de-Luchon, à mettre de l'acide silicique ou du silicate de soude dans l'eau artificielle? Y met-on de la barégine, y introduit-on l'hyposulfite ou le sulfite de soude qui se trouvent souvent dans l'eau prise sur les lieux d'emploi? D'un autre côté, la dose de sulfure de sodium que renferme un bain de 250 litres d'une eau sulfureuse des Pyrénées n'est pas aussi faible qu'on le croit généralement; car il est des bains qui ne renferment pas moins de 15 à 20 grammes de sulfure anhydre.

J'ai dit plus haut que le mode d'administration des eaux pouvait exercer une très-grande influence sur les effets qu'elles produisent. Quand on voit le parti considérable qu'on tire, dans les établissements d'hydrothérapie, de l'emploi de l'eau seule appliquée à diverses températures; quand on étudie les mille et un artifices auxquels on a recours pour faire varier l'action médicamenteuse des deux agents mis en jeu, l'eau et la chaleur, et quand on songe que tout cela peut être utilisé dans les établissements thermaux; que, dans quelques-uns d'entre eux, les données de l'hydrothérapie pure sont appliquées d'une manière large et avec beaucoup de discernement à la guérison des malades, on comprend toute l'étendue des ressources dont peut disposer le

Ce que je dis du sel marin, je pourrais le dire du sulfate, du carbonate, du silicate de soude, des iodures et de tous les autres éléments de l'eau.

médecin d'eaux minérales. Dans les établissements d'hydrothérapie, le mode d'administration de l'eau constitue le fond du traitement ; dans les établissements thermaux, il constitue un adjuvant précieux ; et il faut convenir que, dans un assez grand nombre de cas, il forme aussi le fond du traitement tout entier. C'est ce qui a lieu lorsque la maladie est d'une nature telle que sa guérison n'exige pas l'action spécifique de l'élément minéralisateur.

En général, une eau minérale chaude provoquera une excitation plus ou moins vive ; le calorique est le type de tous les excitants, il provoque un surcroît d'action des fonctions cutanée et pulmonaire ; sous son influence, les mouvements du cœur deviennent plus précipités, le pouls plus plein et plus rapide ; en un mot, une véritable fièvre éphémère se produit en peu de temps. On peut déterminer aussi un effet excitant général à l'aide des boissons chaudes, des bains administrés à une température supérieure de quelques degrés à celle du corps humain, des bains de vapeur, des étuves sèches ou humides.

L'effet excitant local sera produit par les bains partiels, les douches, les affusions chaudes, les douches de vapeur, etc. On détermine quelquefois un effet irritant local très-énergique à l'aide de certaines eaux très-chaudes ; en pareil cas, on peut produire, soit une simple rubéfaction, soit une vésication complète ; on utilise alors le calorique comme un agent irritant et transpositif.

Quand on a besoin de recourir surtout à l'action altérante ou spécifique de l'eau minérale, on trouve un grand avantage à éliminer l'influence, en quelque sorte perturbatrice, du calorique en excès ; on y parvient aisément en employant des eaux dont la température soit égale à celle du corps humain, ou n'en diffère que fort peu : c'est ce qu'on fait surtout quand on a affaire à des malades délicats ou disposés aux congestions viscérales, dans les phlegmasies, et dans tous les cas où l'on recherche l'effet lent et silencieux de l'aggrégat minéral.

Le froid est rarement utilisé par les médecins d'eaux thermales ; cependant plusieurs sources ne doivent une bonne partie de leur réputation qu'aux bons effets produits par la température peu élevée de leurs eaux.

« Sans l'influence curative adjuvante de la ther-
» malité, dit M. Astrié, il faudrait renoncer à appli-
» quer la médication minérale à une multitude de
» maladies ; comment traiter les névropathies en
» général sans l'influence sédative du froid, ou du
» calorique tempéré, les rhumatismes, les bronchi-
» tes sans l'élément de chaleur, etc. ?

» L'hydrothérapie balnéaire prête un concours
» précieux à la médication minérale dans toutes les
» maladies qui peuvent trouver leur solution dans
» des actes d'excitation fonctionnelle et d'élimina-
» tion humorale (affections nerveuses, rhumatismes,
» congestions sanguines, accidents locaux, etc.) ;
» mais l'efficacité de ce concours diminue à mesure

» que la maladie est diathésique, et guérit le plus » souvent sans crises apparentes (dartres, scrofu- » les, syphilis, etc.). »

Les eaux minérales, administrées avec le concours des ressources variées que fournit l'hydrothérapie, produisent des effets qui peuvent être rapportés :

1° Au mode excitant général et spécial ;

2° Au mode hypercrinique, dépurateur ;

3° Au mode irritant et révulsif ;

4° Au mode perturbateur ;

5° Au mode stimulant et tonique ;

6° Au mode sédatif, hyposténisant spécial ;

7° Au mode altérant spécifique.

Le praticien est presque toujours le maître d'obtenir les effets qui se rapportent à tel ou tel mode médicateur. Les modes altérant hyposthénisant spécial et hypercrinique dépendent seuls de la nature des éléments chimiques de l'eau minérale ; tous les autres peuvent être produits par un emploi convenable de l'eau et de la chaleur.

Les eaux minérales peuvent, dans un grand nombre de cas, modifier avantageusement les effets de certains médicaments et soustraire les malades au danger qu'eût présenté l'usage de ces derniers, s'ils eussent été employés seuls ; c'est ainsi que les préparations mercurielles, employées concurremment avec les eaux sulfureuses, ne produisent jamais de salivation ; les préparations arsénicales paraissent aussi être beaucoup mieux supportées quand elles

sont associées aux eaux sulfureuses, d'après ce que m'a assuré le docteur Pégot.

Les conditions météorologiques, au milieu desquelles vivent les malades, peuvent seconder ou contrarier les effets des eaux minérales. En général, on se rend aux eaux dans le courant du printemps ou de l'été ; les eaux très-actives sont presque toutes situées au voisinage des montagnes, et par conséquent dans des localités où les froids commencent à se faire sentir de bonne heure et finissent assez tard ; cependant, on se fait en général une idée fausse du climat des vallées pyrénéennes. Si l'on consulte les observations météorologiques, recueillies à Bagnères-de-Bigorre par le docteur Ganderax, on sera convaincu que le froid y est moins rigoureux et moins pénible à supporter qu'on ne le croit généralement. J'ai passé, à plusieurs reprises, des mois entiers à Bagnères-de-Luchon, soit pendant la fin de l'automne, soit au milieu de l'hiver, et je n'ai pas trouvé que le climat y fût aussi froid que je l'avais pensé. J'ai vu plusieurs malades se trouver parfaitement de l'usage des eaux pendant l'hiver.

M. Lallemand a fortement insisté sur les nombreux avantages qu'on trouverait à ne pas s'assujettir à ne fréquenter les établissements thermaux que pendant la saison chaude. Il est vrai que les avantages qu'il signale sont plus nombreux et plus complets dans le bel établissement du Vernet, dont il s'est occupé d'une manière toute particulière, que

partout ailleurs; mais, je le répète, on se fait une idée fausse de l'état des routes, de la difficulté des communications et de la rigueur des climats.

S'il est une saison dans laquelle il soit plus utile de lutter contre les affections chroniques de toute espèce, c'est surtout en hiver, dit M. Lallemand, « parce que c'est dans cette saison qu'elles sévissent » le plus cruellement, et que les rechutes sont plus » graves et plus fréquentes. Il importe donc de gué- » rir ces maladies en hiver, non-seulement pour ne » pas faire perdre un temps précieux, mais encore » parce que le printemps est la saison la plus favo- » rable à la convalescence, et que les malades ont » ensuite tout l'été pour compléter leur rétablisse- » ment chez eux, au milieu de leur famille, de leurs » amis; tandis que, quand ils vont aux eaux en » été, suivant l'usage antique et solennel, ils ne » peuvent entrer en convalescence qu'en automne, » et retombent nécessairement, en hiver, sous l'em- » pire des causes qui ont amené le développement de » la maladie, etc. »

La composition chimique des eaux minérales n'est pas absolument invariable. Ce fait, qui avait été soupçonné par plusieurs savants, a été constaté d'une manière incontestable dans ces derniers temps. Pour bien analyser les eaux minérales, écrivait Poumier, en 1813, « il faut revenir sur ce » travail dans les diverses saisons; on doit appré- » cier cette conséquence pour ne pas l'enfreindre; » sans quoi, il faut l'avouer, il ne peut y avoir

» d'analyses vraiment exactes, vraiment satisfai-
» santes, vraiment utiles, les eaux pluviales ou
» autres pouvant se mêler, dans certaines saisons
» de l'année, à ces sources dont elles altèrent la
» pureté. »

Berzélius ayant fait évaporer, à diverses époques, des poids égaux d'eau minérale de Carlsbad, obtint des quantités inégales de résidu sec.

M. O. Henry, bon juge en pareille matière, a observé aussi ces variations.

Les températures des sources minérales sont-elles invariables, ou bien éprouvent-elles des changements plus ou moins étendus? Cette question a été vivement débattue à plusieurs reprises, et les divers observateurs sont loin d'être d'accord : les uns prétendent que la température des eaux minérales est absolument invariable; les autres pensent qu'elle varie avec les saisons. Les recherches les plus dignes de confiance semblent établir, en effet, que certaines sources n'ont pas éprouvé de changement sensible dans leur température dans un espace de temps fort long; tandis que d'autres eaux, parfaitement captées et aménagées, naissant comme les premières dans le granit, éprouvent des variations, légères il est vrai, mais presque continuelles.

Je reviendrai sur ce sujet, quand je rapporterai mes expériences sur les eaux de Luchon; j'établirai alors que certaines sources minérales éprouvent, au moins dans cette localité, des changements assez considérables pour que le médecin doive s'en préoc-

cuper ; j'aurai aussi l'occasion de prouver qu'il en est de même dans beaucoup d'autres endroits.

S'il existe des sources minérales dont la température est assez voisine de celle du corps humain, pour qu'on puisse les administrer sans être obligé de les réchauffer ou de les refroidir, il en est d'autres, et ce sont malheureusement les plus nombreuses, qui ne peuvent pas être employées telles que la nature nous les fournit : les unes sont trop chaudes, les autres trop froides. Quand elles sont trop chaudes, on est dans la nécessité, pour amener leur température à un degré convenable, soit de les conserver dans des réservoirs où elles puissent se refroidir, soit de les mêler avec de l'eau froide. Ce dernier moyen, auquel on a le plus souvent recours, n'est pas à beaucoup près le meilleur ; car l'addition de l'eau froide appauvrit considérablement l'eau minérale, et prive le malade d'une partie de l'effet qu'il était en droit d'attendre de l'action des principes actifs de l'eau thermale.

Quand les eaux sont très-altérables, et ne peuvent pas sans inconvénient être exposées au contact de l'air pendant leur refroidissement, on a recours, dans quelques établissements, à une méthode qui vaut beaucoup mieux que les précédentes : elle consiste à faire passer l'eau minérale dans un serpentin entouré d'eau froide, et dont la longueur a été calculée de manière à produire l'abaissement de température qu'on désire obtenir. En opérant ainsi, on évite les inconvénients de l'action de l'air sur l'eau

minérale et ceux, tout aussi grands, qui résulteraient du mélange de cette dernière avec une eau froide dépourvue de principes actifs.

Quand l'eau minérale est trop froide, on ne peut guère songer à la réchauffer en l'exposant à l'action du feu, dans des chaudières, comme on le fait pour l'eau commune; il vaut beaucoup mieux la faire circuler dans des serpentins, qui plongent eux-mêmes dans une chaudière, où l'on a mis de l'eau que l'on chauffe à un point convenable. Il importe que le tube du serpentin soit toujours bien rempli d'eau minérale; on évite ainsi qu'il ne s'y introduise de l'air qui pourrait l'altérer; on rend plus difficile le dégagement des gaz qu'elle renferme, et l'on évite, au moins en grande partie, le dépôt des matériaux salins qui sont tenus en dissolution dans l'eau à la faveur des substances gazeuses. Il va sans dire que la nature du métal, dont le serpentin est formé, doit être telle que l'eau n'exerce que peu ou pas d'action sur lui.

J'ai déjà dit qu'il est reconnu depuis longtemps que le mode d'administration des eaux peut exercer une influence notable sur leur manière d'agir; la même eau, qui produit des effets sédatifs lorsqu'elle est administrée d'une manière convenable, se montrera excitante si elle est employée dans des conditions qui favorisent l'excitation.

Si la maladie que l'on veut combattre n'est pas de celles qu'on peut guérir par l'emploi de l'eau et de la chaleur; s'il faut recourir, pour la faire dis-

paraître, à l'action altérante spécifique des principes actifs de l'eau, il faut compter, en général, beaucoup plus sur les effets de la boisson que sur ceux des bains ; les éléments de l'eau minérale prise en boisson sont absorbés avec plus de rapidité que dans le cas où le malade se contente de se baigner.

Il serait difficile de tracer des règles précises relativement à la quantité d'eau que les malades peuvent boire sans inconvénient ; elle doit varier avec la composition de l'eau, avec sa température, avec la nature de la maladie, l'âge, le tempérament, et l'état général du malade ; il faut d'ailleurs tenir un grand compte des effets dus à l'idiosyncrasie, et ne pas oublier qu'il arrive quelquefois que la même eau produit des effets immédiats diamétralement opposés chez des individus qui se trouvent placés, en apparence, dans les mêmes conditions. C'est ainsi que les eaux sulfureuses des Pyrénées, qui déterminent le plus habituellement la constipation, provoquent chez quelques individus une diarrhée assez forte, quand même ils n'en prennent que de faibles doses.

Les malades ne doivent pas perdre de vue que les eaux minérales sont des médicaments dont l'activité est plus grande qu'on ne le croit en général, et qu'ils s'exposeraient assez souvent à des accidents fâcheux, s'ils en buvaient de trop grandes quantités à la fois. Aussi est-ce avec raison que M. Durand-Fardel blâme hautement ceux qui, pensant qu'ils seront plus tôt guéris si leurs urines deviennent

très-alcalines, boivent des doses exagérées d'eau de Vichy. « Que leur arrive-t-il alors ? dit cet habile » médecin. Ce que vous prévoyez : la stimulation » devient excessive, la fièvre s'allume, des inflam- » mations se développent; souvent encore les acci- » dents qu'ils étaient venus combattre s'aggravent. Et » si des accidents plus fréquents ne s'observent pas, » c'est que, par une circonstance heureuse, souvent, » avant que la saturation n'arrive, la satiété sur- » vient, le dégoût apparaît, et les malades s'arrêtent » d'eux-mêmes, à moins que leur désir de s'alcaliser » ne l'emporte sur l'intérêt de leur santé (1). »

M. Trousseau a parfaitement décrit les phénomènes cachectiques qui résultent de l'abus des alcalins.

Des individus nerveux, délicats, atteints d'affections des voies respiratoires ne boiraient pas impunément, à doses un peu fortes, les eaux sulfureuses des Pyrénées. Ce n'est qu'avec les plus grandes précautions, et en graduant doucement la quantité, que l'habile inspecteur des Eaux-Bonnes, les prescrit aux malades atteints de phthisie commençante, et encore arrive-t-il quelquefois qu'une très-faible dose d'eau sulfureuse détermine chez eux des accidents de la plus haute gravité.

Les eaux salines des Pyrénées, que j'ai désignées sous le nom de salines séléniteuses, sont celles dont les malades abusent le plus. Il n'est pas rare de trouver à Audinac, à Encausse et dans d'autres

(1) Durand-Fardel, *Des eaux de Vichy*, p. 45.

établissements thermaux, des individus qui boivent, dans une seule matinée, de vingt à trente verres d'eau minérale; il en est même qui dépassent cette dose déjà très-exagérée. Il va sans dire que c'est toujours sans avoir pris l'avis du médecin qu'ils agissent ainsi. Il faut, autant que possible, boire les eaux auprès de la source, car elles perdent à être transportées, surtout si elles subissent le contact de l'air pendant le transport.

Lorsque les eaux sont administrées en bains, elles produisent, ainsi que je l'ai déjà dit, des effets qui dépendent beaucoup de leur température; ces effets dépendent aussi de la nature des principes actifs de l'eau.

La température à laquelle on prend habituellement les bains varie entre 27 et 28° R. (33,78 à 35° c.). Tout bain pris à une température plus basse peut être considéré comme un bain frais. Lorsque la température dépasse 29° R. (36,25 c.), le bain peut être regardé comme un bain chaud.

Les phénomènes généraux que produit un bain relativement froid (25° R. ou un peu au-dessous), préparé avec les eaux de Baden en Suisse, sont décrits de la manière suivante par le docteur Alloys Minnich (1) :

On éprouve, en entrant dans le bain, un léger frémissement de tout le corps; une sensation de froid

(1) Alloys Minnich, *Des eaux thermales de Baden en Suisse.*

saisissante et désagréable, surtout aux endroits du corps qui sont en contact avec la surface de l'eau; le pouls devient petit, contracté, dur, et se ralentit aussitôt de quelques pulsations; la peau se crispe, et il survient bientôt un besoin d'uriner, mais en petite quantité seulement; la chaleur du corps baisse sensiblement. Si l'on prolonge un peu trop le bain, il se manifeste une pesanteur générale, de l'oppression, du dégoût même, et enfin des frissonnements.

Après le bain, la peau se gonfle très-promptement; les légers frissonnements font place à une agréable chaleur. Quand le bain n'a été que de courte durée, il se trouve que le corps a considérablement gagné en élasticité; il semble posséder plus de vie, on se sent plus fort, plus dispos, et, pour l'ordinaire, on éprouve le besoin de manger.

Les éléments minéralisateurs de l'eau amoindrissent considérablement les inconvénients qui résultent de l'usage des bains frais; ils produisent une légère excitation à la surface de la peau. L'enchifrènement et la toux sont moins à craindre à la suite d'un bain frais pris avec l'eau minérale qu'à la suite d'un bain pris à la même température avec de l'eau ordinaire.

La durée d'un bain frais doit être moindre que celle du bain tiède.

Le bain tempéré, 35 à 37° c., fait éprouver au malade un sentiment de bien-être tout particulier; une chaleur douce et agréable pénètre insensiblement toutes les parties du corps; le nombre de pulsations

du pouls change très-peu ; cependant, si la température de l'eau est un peu inférieure à celle du corps, le pouls se ralentit, la sécrétion urinaire augmente. Si le bain est prolongé, on éprouve une tendance marquée au sommeil ; en quittant le bain, on éprouve une légère sensation de froid qui ne dure que quelques instants, et est suivie d'un sentiment de bien-être assez prononcé.

Le bain chaud produit les phénomènes suivants : Au moment de l'immersion, la peau devient chaude, rougit un peu et se gonfle désagréablement ; bientôt après, le visage devient rouge et se couvre de sueur ; on se sent surexcité ; plus tard, la tête s'embarrasse, on éprouve des vertiges, le pouls s'accélère et devient inégal ; enfin, arrivent des palpitations, l'obscurcissement de la vue, les vomissements, la syncope, etc.

Après le bain, on éprouve de la fatigue, de la somnolence, sans pouvoir dormir ; le pouls reprend lentement sa régularité ; il survient ordinairement des symptômes gastriques et la constipation.

Si l'on rapproche la description des effets produits par les bains frais, tempérés ou chauds préparés avec les eaux de Baden, on voit qu'ils sont sensiblement les mêmes que ceux qu'on eût produit avec des bains d'eau ordinaire pris aux mêmes températures ; l'influence de l'aggrégat minéral n'y apparaît en aucune façon, au moins immédiatement. Il en serait certainement de même pour toute autre eau thermale.

Veut-on joindre à l'action des principes minéralisateurs de l'eau l'influence sédative du froid, on prescrira des bains dont la température soit un peu inférieure à celle du corps; veut-on utiliser purement et simplement les effets de la minéralisation, c'est aux bains tempérés qu'on aura recours; veut-on enfin joindre à l'action spécifique de l'eau les effets de l'excitation par la chaleur, on emploiera de préférence les bains chauds; mais ces derniers ne devront être que de courte durée, au moins si leur température dépasse de plusieurs degrés celle du corps humain. On sait tout le parti qu'on tire au Mont-d'Or de ces bains à température élevée.

La température des bains doit être réglée d'après l'individualité des malades et d'après la nature de la maladie. Il serait à désirer que, dans tous les établissements thermaux, chaque baignoire fût munie d'un thermomètre, et que la température de chaque bain fût réglée d'après les prescriptions du médecin.

Les principes actifs de l'eau minérale sont absorbés pendant la durée du bain. Cette absorption par la peau s'effectue avec lenteur; cependant certains sels pénètrent assez rapidement dans l'économie par cette voie. L'urine devient alcaline quand on prend des bains d'eau de Vichy; il en est de même à la suite des bains d'eaux sulfureuses des Pyrénées. Aussi l'action du bain ne s'exerce-t-elle pas seulement sur la peau, mais devient-elle générale au bout d'un certain temps.

Il est des eaux minérales qui laissent dégager constamment dans l'atmosphère des gaz dont l'influence sur le malade ne saurait être négligée. C'est ainsi que les eaux de Vichy émettent une quantité notable d'acide carbonique; celles de Bagnères-de-Luchon, celles d'Aix en Savoie, de l'acide sulfhydrique; d'autres émettent de l'azote. Il est évident qu'il faut, en pareil cas, distinguer, dans les effets qu'éprouvent les malades, ceux qui sont dus à l'action de l'eau minérale de ceux qui sont produits par l'inhalation de l'acide carbonique ou de l'acide sulfhydrique. Ce dégagement de gaz est quelquefois assez considérable pour que certaines personnes en soient incommodées. Il faut alors renouveler l'air du cabinet, de manière à amoindrir l'impression fâcheuse qui pourrait résulter de l'action de ces gaz sur l'économie.

Dans certains établissements, on a disposé les choses de manière à utiliser autant que possible l'influence des gaz et des vapeurs qui émanent de l'eau minérale. A Barèges, par exemple, les voûtes de la plupart des cabinets sont surbaissées, les cabinets sont peu spacieux, et tout est arrangé de façon à ce que le malade subisse, autant que possible, l'influence médicamenteuse de la vapeur chargée d'acide sulfhydrique qui se dégage de la surface du bain. Je montrerai plus tard que toutes les eaux sulfureuses ne se prêteraient pas également bien à un pareil mode d'administration.

Les bains de piscine sont considérés par les

médecins comme un des plus puissants moyens thérapeutiques. Plusieurs circonstances contribuent à leur donner une supériorité marquée sur les bains ordinaires. Ainsi, les malades peuvent s'y mouvoir dans tous les sens et s'y livrer à une sorte de gymnastique qui est fort avantageuse dans beaucoup de cas. L'eau qui agit sur le corps se renouvelle ordinairement d'une manière continue; les vapeurs qui se répandent dans l'air confiné des salles de piscine en font une véritable atmosphère médicamenteuse. Aussi, dans les Pyrénées, les médecins qui prescrivent des bains de piscine comptent-ils beaucoup sur l'effet de ce qu'ils appellent la buée de vapeur. Je rapporterai plus loin les expériences que j'ai faites pour constater le degré d'altération que font éprouver à l'air des piscines, les émanations gazeuses qui partent de la surface de l'eau.

Employées sous forme de douches, les eaux minérales peuvent produire les effets les plus variés. En général, l'action des douches est attribuée beaucoup plus à la chaleur et au choc plus ou moins violent que l'eau minérale fait éprouver aux parties sur lesquelles on la dirige qu'aux principes qu'elle tient en dissolution. Cependant, il ne faudrait pas croire que ces derniers sont absolument étrangers aux bons effets que l'on obtient de l'usage des douches; car l'expérience démontre le contraire dans un assez grand nombre de cas. Je ne décrirai pas ici les diverses espèces de douches que l'on a coutume

d'administrer dans les établissements thermaux : j'aurai plus tard occasion de donner des détails assez circonstanciés à ce sujet.

La température de la douche varie nécessairement suivant les indications à remplir ; sa durée ordinaire est de quinze à vingt minutes. Cette durée est beaucoup moindre quand il s'agit des douches ascendantes qui ne sont pas dirigées sur l'extérieur du corps.

L'action de la douche extérieure, comme celle du bain, varie avec la température à laquelle elle est administrée. La douche froide produit un ébranlement brusque de la vie nerveuse, un refroidissement suivi de frissons de courte durée. A tout cela succède une réaction plus ou moins rapide et un sentiment de chaleur bien prononcé. On fait rarement usage de douches froides, à moins qu'on ne combine leur emploi avec celui de la douche chaude, comme cela a lieu dans la douche écossaise. La douche tempérée produit des effets analogues à ceux du bain tempéré. Enfin, la douche chaude, qui est celle qu'on emploie le plus habituellement, produit des effets analogues à ceux du bain chaud ; la peau se gonfle, devient rouge ; le réseau capillaire se dilate et s'épanouit ; le pouls devient plus rapide ; une sueur abondante couvre la surface du corps, etc. On utilise dans plusieurs établissements les vapeurs qui se dégagent de l'eau thermale : tantôt on les administre à la façon des bains de vapeur ordinaires (étuves humides) ; tantôt on ne

cherche qu'à tirer parti de l'action de la chaleur et des gaz qui émanent de l'eau (étuve sèche); tantôt, enfin, on utilise les effets de la vapeur et du gaz sous forme d'inhalation, comme cela se pratique au Vernet et dans quelques autres établissements. J'entrerai dans de plus grands détails sur ces atmosphères confinées et sur le parti qu'on en peut tirer, quand je décrirai les localités thermales dans lesquelles on a recours à ce mode d'administration des eaux; j'aurai alors occasion de compléter les notions relatives à l'action thérapeutique des eaux thermales qui n'ont été données que d'une manière abrégée dans ce chapitre.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR L'ANALYSE DES EAUX MINÉRALES.

Dans l'état actuel de la science, l'analyse d'une eau minérale constitue l'un des problèmes les plus délicats dont la solution puisse être demandée au chimiste. Ce n'est pas que la détermination qualitative ou quantitative de chacun des éléments de l'eau, considéré isolément, présente des difficultés sérieuses : l'analyse chimique a fait des progrès suffisants pour qu'on puisse compter assez sur l'exactitude des résultats, quand on a eu recours aux procédés qui sont indiqués dans les traités spéciaux. Mais quand le chimiste a retiré d'une eau minérale des acides sulfurique, carbonique, silici-

que, phosphorique, du chlore, de l'iode, de la potasse, de la soude, de la chaux, de la magnésie, etc.; quand il a rigoureusement déterminé la quantité de chacun de ces éléments, il a préparé, plutôt qu'achevé, son analyse, semblable à l'architecte qui a déterminé la nature et la quantité des matériaux qui doivent entrer dans la constitution d'un édifice, qui a fait donner à chacun d'eux la forme et les dimensions qui lui conviennent, qui a tout disposé en un mot pour que chaque pierre préparée à l'avance n'ait qu'à prendre sa place. Le chimiste doit savoir, avec les éléments distincts qu'il a retirés de l'eau, reconstituer cette dernière, et reproduire la formule exacte de la solution médicamenteuse dont il veut arracher le secret à la nature. Il n'est indifférent ni pour le chimiste ni pour le médecin de savoir au juste si l'acide sulfurique, par exemple, existe dans l'eau combiné à la chaux, plutôt qu'à la magnésie ou à la soude; si le chlore est uni au sodium ou au calcium, si une eau sulfureuse contient de l'acide sulfhydrique libre, un monosulfure ou un polysulfure, etc. Ces divers composés n'agissent pas de la même manière sur l'économie, et il importe qu'on soit fixé d'une manière parfaite sur la véritable constitution des eaux minérales.

Malheureusement, les travaux qui ont été publiés sur ce sujet ne sont pas de nature à lever tous les doutes; chaque chimiste interprète, en quelque sorte, à sa façon les résultats de l'analyse; quelques-uns

même trouvent plus commode de ne pas les interpréter du tout, et se contentent de donner les résultats bruts de leurs déterminations.

Jetons un coup-d'œil rapide sur les moyens auxquels on peut avoir recours pour déterminer l'ordre dans lequel se trouvaient combinés les éléments minéralisateurs.

Il semblerait assez naturel, au premier abord, d'avoir recours, pour connaître la nature des sels contenus dans une eau, à l'évaporation du liquide, et de séparer les sels les uns des autres, en les faisant cristalliser; c'est ainsi qu'on opérait autrefois; c'est même ainsi que certains chimistes modernes pensent qu'il faudrait opérer.

Mais si l'on se rappelle les observations qui ont été publiées, il y a longtemps, par Gréen (1), relativement à ce qui a lieu, lorsqu'on fait évaporer ou qu'on refroidit une solution qui contient à la fois de l'acide sulfurique, de l'acide chlorhydrique, de la soude et de la magnésie, on sera peu convaincu de l'exactitude des résultats que fournit cette manière de procéder. Si, en effet, on vient à faire évaporer à chaud une pareille dissolution, il se sépare du chlorure de sodium, et la liqueur retient du sulfate de magnésie; vient-on à la refroidir, c'est du sulfate de soude qui cristallise, et la liqueur retient du chlorure de magnésium. On fait donc varier à volonté la nature des sels qui se séparent du liquide,

(1) *Journal des Mines*, n° XXVI.

et dès-lors on reste dans le doute, relativement à la composition de ceux qu'il contenait primitivement. D'un autre côté, l'expérience prouve qu'il n'est pas possible de séparer ainsi les sels les uns des autres avec une exactitude satisfaisante.

Bertholet, qui s'est occupé beaucoup de cette question, pensait qu'en pareil cas l'étude de la solubilité comparée des divers sels que peuvent former les acides et les bases qui existent dans l'eau, suffisait pour lever la difficulté.

On peut juger, dit-il, « par le degré de solubi-
» lité des combinaisons qui peuvent se former, des
» sels qui peuvent se trouver ensemble dans un
» liquide; par exemple, dans une eau minérale, en
» considérant, pour la commodité du langage, ces
» combinaisons comme jouissant dans le liquide
» d'une existence isolée. Ainsi, une eau ne peut
» contenir en même temps du carbonate de soude
» et un sel à base calcaire; elle ne peut tenir en dis-
» solution un sel à base de chaux avec un sulfate
» dans une proportion plus grande que celle qui
» peut produire la quantité de sulfate de chaux qui
» peut être tenue en dissolution, en accordant
» cependant une légère latitude pour l'augmenta-
» tion de solubilité que peut produire l'action mu-
» tuelle des sels (1). »

Je montrerai, dans le courant de ce travail, que les idées de Bertholet sur ce point ne sont pas tou-

(1) Bertholet, *Statistique chimique*, t. I, p. 129.

jours en harmonie avec les résultats fournis par l'analyse, et qu'il est des cas dans lesquels il faut accorder une très-grande latitude pour l'augmentation de solubilité que peut produire l'action mutuelle des sels. Ainsi, l'eau de Salies (Haute-Garonne) tient en dissolution un sel à base de chaux avec un sulfate dans une proportion bien supérieure à celle qui pourrait produire la quantité de sulfate de chaux qui peut être tenue en dissolution par l'eau. L'étude comparée de la solubilité des sels isolés ne peut donc pas nous donner une idée de la solubilité qu'ils possèdent quand ils sont associés dans une eau minérale. Les expériences de Kopp (1) et de Karsten (2) sur ce sujet en ont fourni la preuve la plus convaincante. Il est même incontestable que cette influence d'un sel sur la solubilité des autres est indépendante des doubles décompositions qui pourraient se produire, puisqu'elle a lieu quand les deux sels mis en expérience sont neutres et ont la même base.

C'est ainsi que 100 parties d'eau dissolvent les quantités suivantes de sulfate de potasse :

A 18°, 8 — 10,74 — Karsten.
A 18°, 8 — 11,63 — formule de Gay-Lussac.
A 15°, 1 — 10,20 — Kopp.

100 parties d'eau dissolvent les quantités suivantes de chlorure de potassium :

(1) *Annales de Liebig*, t. XXXIV, p. 260.
(2) *Revue scientifique et industrielle*, t. IX, p. 83.

A 17°, 50 — 33,24 Karsten.
A 17°, 50 — 34,02 formule de Gay-Lussac.
A 11°, 80 — 34,60 — Kopp.
A 13°, 80 — 34,90 — Kopp.
A 15°, 60 — 35,00 — Kopp.

La solubilité change quand les deux sels sont mêlés :

	Chlorure de potassium.		Sulfate de potasse.
A 18°, 8	— 33,10	—	1,80.
A 14°, 8	— 28,20	—	2,00.
A 15°, 8	— 27,9	—	2,30.
A 16°, 1	— 27,1	—	3,30.

Malheureusement, ces expériences sont incomplètes; elles ont porté sur des liquides qui étaient, en général, saturés des sels sur lesquels on voulait expérimenter, et dès-lors les conditions d'équilibre, entre les divers éléments constituants de la solution, pouvaient être fort différentes de ce qu'elles sont, quand il s'agit de solutions aussi étendues que le sont habituellement les eaux minérales. C'est donc une étude à reprendre; elle sera, sans aucun doute, d'une exécution difficile; mais elle promet les plus beaux résultats. Il est donc évident que nous ne pouvons pas, dans l'état actuel de la science, déterminer la nature des sels contenus dans une eau, d'après les solubilités comparées des sels que pourraient produire les acides et les bases qui s'y trouvent, puisque nous ignorons comment chaque sel influe sur la solubilité des autres.

Murray, qui s'était beaucoup préoccupé de la question que je traite en ce moment, croyait être parvenu à résoudre la difficulté. Voici comment il proposait de raisonner et d'agir :

Quand un sel soluble est mis en présence de l'eau, sa cohésion peut être diminuée à tel point, par l'influence du dissolvant, qu'il passe à l'état liquide ; en pareil cas, des deux forces antagonistes qui luttaient au moment où la dissolution a eu lieu (l'action dissolvante du liquide sur le sel, et la cohésion du sel lui-même), la première l'emporte ; mais si l'on vient à diminuer suffisamment la quantité du dissolvant, l'attraction moléculaire prendra le dessus et le sel se séparera de nouveau. Quand la proportion du liquide est très-considérable, par rapport à celle de la matière soluble, on peut considérer l'action du liquide sur le solide comme ayant eu son maximum d'effet. Si l'on fait dissoudre plusieurs sels en même temps dans une quantité d'eau très-considérable, on peut admettre que les sels qui existeront dans cette solution très-étendue seront les plus solubles de tous ceux que peuvent produire les acides et les bases qui sont en présence, parce que, dans ce cas, l'action du liquide est aussi grande que possible.

Murray a suivi ce principe pour déterminer la nature des sels contenus dans l'eau de la mer et dans quelques eaux minérales.

Les idées de Murray n'ont pas été acceptées par les chimistes, et il est évident en effet que, dans un

grand nombre de cas, les propriétés des eaux annoncent que la distribution des éléments y est soumise à des lois fort différentes.

Il n'est pas rare, par exemple, de trouver des eaux incrustantes qui contiennent en même temps des carbonates de chaux et de magnésie et du chlorure de sodium. Or, d'après Murray, les sels les plus solubles étant en pareil cas les chlorures de magnésium, de calcium et le carbonate de soude, l'eau ne devrait contenir que très-peu de carbonates insolubles ou même n'en pas contenir du tout, si la quantité de sel marin qu'elle renferme est suffisante pour transformer les carbonates terreux ou alcalino-terreux en chlorures. En revanche, elle devrait être plus riche en carbonates alcalins; mais comme la richesse d'une eau en carbonate de soude est une chose assez facile à apprécier, on pourra savoir facilement s'il en est ainsi. Or, l'examen des propriétés de l'eau conduit assez souvent à des conclusions opposées à celles de Murray. La faible réaction alcaline des eaux de Saint-Allyre par exemple, nous avertit que les carbonates insolubles qui s'en séparent y préexistaient, au moins pour la majeure partie; car, s'il en était autrement, cette réaction serait bien plus forte.

Dans les analyses qui ont été publiées par Berzélius et Liebig, on voit que la marche suivie par ces chimistes a consisté à unir les acides les plus forts avec les bases les plus fortes, et à répartir le reste de ces acides, s'il en existe un, entre les bases moins

fortes. Ces savants tiennent compte de la solubilité relative des sels qui pourrait, dans certains cas, modifier le mode de combinaison des éléments mis en présence.

Comme on le voit, ils partent des données fournies par Bertholet ; mais ils les modifient un peu; car, d'après ce dernier chimiste, lorsque plusieurs acides sont en présence de plusieurs bases, tous les sels possibles prennent naissance; mais le partage qui s'établit est tel, que la majeure partie de l'acide le plus fort s'unit à la majeure partie de la base la plus forte, et la majeure partie de l'acide le plus faible à la majeure partie de la base la plus faible.

Quand on examine les principales propriétés chimiques des eaux alcalines, on voit que, dans un grand nombre de cas, les acides les plus forts n'y sont pas unis pour la majeure partie aux bases les plus fortes, et que l'inverse a lieu pour plusieurs d'entre elles, au moins si l'on s'en rapporte aux analyses qui ont été publiées.

Gay-Lussac, qui s'est occupé de cette question, admet que, lorsque plusieurs sels solubles sont en présence dans un liquide qui peut tenir en dissolution tous les sels nouveaux qui peuvent résulter de leur action mutuelle, il s'établit un véritable pêle-mêle entre les acides et les bases, c'est-à-dire que les acides se combinent indifféremment avec les bases, et réciproquement. Peu importe l'ordre de combinaison, pourvu que l'acidité et l'alcalinité soient satisfaites; et, bien évidemment, elles le sont,

quelque permutation qui s'établisse entre les acides et les bases.

La séparation de l'un de ces sels, plutôt que celle d'un autre, pourra être déterminée par une foule de circonstances; il suffira que l'une de ces propriétés, l'insolubilité, la densité, la fusibilité, la volatilité, etc., soit plus prononcée pour les nouveaux sels que pour les premiers (1). Gay-Lussac n'admet pas qu'en pareil cas l'acide le plus fort s'unisse nécessairement à la base la plus forte.

Dans son *Traité d'Analyse chimique*, H. Rose s'est occupé de la question que je traite en ce moment; mais il n'en a dit que peu de chose. Le passage suivant pourra donner une idée de sa manière de voir sur ce sujet :

« En indiquant les parties constituantes d'une » eau saline, d'une source salée ou de l'eau de » mer, on les cite fréquemment telles qu'on les a » obtenues dans l'analyse, quand elle a été exécu- » tée de la manière qui vient d'être indiquée. C'est » pour cela qu'on remarque tant de différences en- » tre les diverses analyses d'une seule et même » eau. A la vérité, il est impossible d'apprécier avec » certitude la manière dont sont unis les principes » constituants des deux sels, lorsque ceux-ci se » trouvent dissous dans l'eau et qu'ils ne produisent » pas de précipité peu soluble ou insoluble. Mais si » nous admettons que, dans les dissolutions sali-

(1) *Ann. de Chimie et de Physique*, t. LXX, p. 431.

» nes, les sels sont contenus à l'état de sels simples
» et non de sels doubles ou d'autres combinaisons,
» ce qu'il y a de plus probable, c'est que la majeure
» partie du temps les sels existent les uns à côté
» des autres, dans une dissolution, tels qu'ils se
» séparent par la cristallisation lorsque l'eau s'éva-
» pore d'elle-même, ou à une température aussi
» peu élevée que possible. En pareil cas, *le sel qui*
» *est le moins soluble se sépare le premier* (1). »

Voilà une solution nouvelle de la question, car le sel le moins soluble n'est pas toujours formé par l'union de l'acide le plus fort à la base la plus forte. La difficulté reste donc toute entière, malgré les efforts que les chimistes les plus distingués ont faits pour la résoudre.

Si l'on consulte les ouvrages de MM. Dumas, Pelouse et Fremy, Regnault, etc., on trouve que cette question y est considérée comme fort difficile et presque impossible à résoudre dans la majorité des cas.

M. Malagutti a récemment examiné ce qui se passe lorsque deux sels solubles, pouvant produire par leur décomposition mutuelle deux nouveaux sels également solubles, sont dissous ensemble dans l'eau; et il a vu que, dans les conditions où il s'est placé pour expérimenter, « l'étendue de la dé-
» composition réciproque de deux sels est en raison
» des affinités propres à leurs principes constituants
» et au mode de distribution de ces principes; ce

(1) H. Rose, *Traité d'Analyse chimique*, t. II, p. 552.

» qui revient à dire que, lorsque dans un couple salin » la base et l'acide les plus forts se trouvent primitivement réunis, la décomposition est toujours » moindre que la moitié de l'équivalent; elle dépasse » toujours la moitié, lorsque la base et l'acide les » plus forts sont séparés dans les deux sels (1). »

Voici la série des résultats et les coefficients de décomposition obtenus dans vingt-deux expériences :

NOMS DES SELS.	Coefficients.	NOMS DES SELS.	Coefficients
Acétate de potasse Azotate de plomb	92	Acétate de plomb Azotate de potasse	9
Chlorure de potassium Sulfate de zinc	84	Chlorure de zinc Sulfate de potasse	17,6
Acétate de baryte Azotate de plomb	77	Acétate de plomb Azotate de baryte	22
Chlorure de sodium Sulfate de zinc	72	Chlorure de zinc Sulfate de soude	29
Acétate de baryte Azotate de potasse	72	Acétate de potasse Azotate de baryte	27
Acétate de potasse Azotate de strontiane	67	Acétate de strontiane Azotate de potasse	36
Acétate de strontiane Azotate de plomb	65,5	Acétate de plomb Azotate de strontiane	33
Acétate de potasse Sulfate de soude	62	Acétate de soude Sulfate de potasse	36,5
Chlorure de potassium Sulfate de manganèse	58	Chlorure de manganèse Sulfate de potasse	42,5
Chlorure de potassium Sulfate de magnésie	56	Chlorure de magnésium Sulfate de potasse	43
Chlorure de sodium Sulfate de magnésie	54,00	Chlorure de magnésium Sulfate de soude	45,8

(1) Comptes-rendus de l'Institut, 1853.

Comme on le voit, les résultats obtenus par M. Malagutti sont en harmonie avec les principes posés par Bertholet ; malheureusement, la marche qu'il a suivie n'est pas propre à lever les doutes qui peuvent s'élever dans l'esprit du chimiste, par rapport à la nature des sels qui préexistent dans une solution aqueuse, où plusieurs acides et plusieurs bases sont en présence. En effet, M. Malagutti a recours, pour déterminer la séparation des sels, à l'action de l'alcool, qui précipite les uns sans toucher aux autres ; mais en ajoutant de l'alcool dans une dissolution qui contient des sels insolubles dans ce dernier véhicule, on produit un effet analogue à celui qui aurait eu lieu si l'on eût fait évaporer la solution saline jusqu'au point où la liqueur eût été saturée, et alors l'insolubilité de ces sels dans le liquide alcoolique peut déterminer la formation et la séparation de sels qui ne préexistaient pas. Cette considération n'enlève rien de leur mérite aux recherches de M. Malagutti ; elle prouve seulement que ces observations ne peuvent être d'aucun secours dans l'analyse des eaux minérales ; car il est permis de douter que les sels, dont l'alcool détermine la précipitation, préexistassent dans la liqueur aqueuse et dans la même proportion.

M. O. Henry a montré qu'il n'était pas toujours impossible de reconnaître le mode de combinaison des principes constituants d'une eau minérale. Ainsi, par exemple, il est des cas dans lesquels la quantité de certains éléments minéralisateurs dé-

passe tellement celle des autres, que le doute n'est pas possible. C'est ce qui arrive pour l'eau de Vichy, pour celle de certaines sources salées, pour l'eau sulfureuse des Pyrénées. Si, en effet, après avoir dosé avec soin chacun des éléments de ces eaux, on cherche ensuite à les grouper d'une manière quelconque, on sera forcément conduit à admettre l'existence du bi-carbonate de soude dans la première, du chlorure de sodium dans la deuxième, et du sulfure de sodium dans la troisième.

La présence des silicates alcalins dans une eau minérale se reconnaîtra, comme l'a montré M. Henry dans son analyse des eaux d'Evaux : 1° à l'alcalinité du liquide; 2° à l'absence de dégagement d'acide carbonique, quand on la traite par un acide fort; 3° à la précipitation de la silice en gelée dans l'eau ainsi acidulée.

Le chimiste est guidé quelquefois par d'autres caractères. Comment douter, en effet, de l'existence des carbonates de chaux et de magnésie dans certaines eaux incrustantes? Dans sa belle analyse des eaux de Carlsbad, Berzélius a admis, comme préexistant dans l'eau, les composés insolubles qui constituent le dépôt qu'elle abandonne en perdant de l'acide carbonique, et il a fait valoir d'excellentes considérations à l'appui de sa manière de voir.

Je montrerai, dans le courant de cet ouvrage, qu'il est facile de distinguer les cas dans lesquels une eau sulfureuse contient du mono-sulfure de sodium de ceux dans lesquels elle contiendrait, soit

de l'acide sulfhydrique libre, soit un sulfhydrate de sulfure, soit un polysulfure alcalin; je ferai voir aussi qu'il n'est pas impossible de savoir si elle renferme du carbonate, du silicate, du sulfite ou de l'hyposulfite de soude.

Des caractères nombreux, que M. Henry a parfaitement décrits, peuvent servir à faire distinguer les eaux ferrugineuses sulfatées de celles qui sont carbonatées ou crénatées. J'aurai soin de les rapporter quand je parlerai des eaux ferrugineuses.

En résumé, s'il est réellement difficile et quelquefois impossible au chimiste de reconnaître d'une manière certaine l'état de combinaison de quelques-uns des éléments des eaux minérales, cet embarras n'existe le plus ordinairement que pour ceux de leurs principes qui s'y trouvent en faible quantité, et dont le rôle est probablement secondaire dans l'action thérapeutique de ces eaux.

Je borne là, pour le moment, ces considérations générales, me réservant d'entrer dans les détails lorsque j'exposerai les résultats de l'analyse des principales eaux de chaque section.

RECHERCHES

SUR

LES EAUX MINÉRALES DES PYRÉNÉES.

CHAPITRE Ier.

Des eaux sulfureuses.

Les eaux sulfureuses des Pyrénées peuvent être divisées en eaux à base de sulfure de sodium, eaux à base de sulfure de calcium, et eaux sulfureuses dégénérées.

Les eaux à base de sulfure de sodium (hydrosulfatées alcalines d'Anglada, sulfureuses naturelles de M. Fontan) sont les plus nombreuses et les plus abondantes; on les trouve sur presque tous les points de la chaîne; elles jaillissent le plus ordinairement du granit ou des roches schisteuses qui l'accompagnent, quelquefois du calcaire métamorphisé. Presque toutes sont thermales; il en est cependant quelques-unes (Labassère, Cadeac) dont

la température est assez basse (12 à 13°); mais la constance de la température de ces dernières, dans toutes les saisons, autorise encore à les compter parmi les sources thermales. Ces eaux présentent une réaction alcaline bien tranchée : toutes contiennent en dissolution une matière organique azotée, sur la nature de laquelle j'aurai à m'arrêter plus tard.

Les eaux sulfuré-sodiques ont une saveur franchement sulfureuse, bien différente de celle des eaux dont le sulfure de calcium fait la base; elles sont pauvres en sels solubles de chaux et de magnésie; cependant, elles n'en sont pas aussi complètement dépourvues que l'avaient pensé certains auteurs.

Ce qui distingue les eaux sulfureuses des Pyrénées de toutes les autres eaux minérales, c'est la faible quantité de matériaux solubles qu'elles renferment; un litre de l'une quelconque de ces eaux ne fournit guère au-delà de 0 gr. 250 à 0 gr. 350 de résidu sec; le sulfure de sodium, la silice, le chlorure de sodium, le carbonate ou le silicate de soude et la matière organique sont les éléments dominants de ces eaux; les autres substances ne s'y trouvent qu'en proportion si faible, qu'il est infiniment probable qu'elles y jouent un rôle accessoire.

Ces eaux, comme l'indique assez souvent leur température très-élevée, paraissent avoir pris naissance à une profondeur considérable; elles présentent presque toutes, à leur point d'émergence, une direction de bas en haut; toutes laissent dégager à

leur bouillon des bulles plus ou moins nombreuses d'azote.

Les eaux sulfuré-calciques sont plus rares dans les Pyrénées, où elles sont en quelque sorte accidentelles; il existe à Salies (Haute-Garonne) une source de ce genre, fort remarquable, et qui, par son haut degré de sulfuration et son analogie bien marquée avec l'eau d'Enghien, mériterait d'attirer l'attention des praticiens.

Les eaux à base de sulfure de calcium, que M. Fontan appelle sulfureuses accidentelles, naissent dans des terrains d'origine plus récente que ceux qui fournissent les eaux sulfuré-sodiques; le plus habituellement, c'est dans les terrains secondaires ou tertiaires, souvent au voisinage des dépôts de gypse, qui fournissent un des éléments indispensables à leur formation; elles ont une odeur analogue à celle des eaux à base de sulfure de sodium; leur saveur est moins franchement sulfureuse, elles ont quelque chose de saumâtre et de marécageux.

Les eaux à base de sulfure de calcium sont habituellement froides; elles sont beaucoup plus riches en principes minéralisateurs que les eaux sulfuré-sodiques; les sels à base de chaux et de magnésie y sont bien plus abondants que dans ces dernières. On peut caractériser ces deux genres d'eau, en disant que les sels à base de soude dominent dans les sulfuré-sodiques, et les sels à base alcalino-terreuse ou terreuse dans les sulfuré-calciques.

L'alcalinité des eaux à base de sulfure de calcium

est bien moindre que celle des eaux à base de sulfure de sodium.

Les eaux sulfureuses, dites accidentelles, peuvent, en général, être considérées comme participant aux propriétés des eaux sulfureuses et à celles des eaux salines ; il en est tout autrement des eaux sulfureuses, dites naturelles, qui agissent à la façon des eaux sulfureuses et des eaux alcalines. Les eaux sulfureuses dégénérées sont assez nombreuses dans les Pyrénées ; il en existe plusieurs dans la partie orientale de la chaîne : presque toutes ont été décrites avec soin par Anglada.

Ces eaux ne possèdent plus ni l'odeur ni la saveur des eaux sulfureuses, et pourtant l'expérience montre qu'elles agissent comme si elles contenaient encore une combinaison de soufre analogue à celle qui existe dans les précédentes. Elles proviennent de sources sulfuré-sodiques qui ont subi le contact de l'air, et dans lesquelles le sulfure de sodium a disparu en entier pour faire place à du carbonate, de l'hyposulfite, du sulfite et du sulfate de soude ; on y trouve la matière organique azotée en dissolution. Elles sont alcalines comme les eaux sulfureuses naturelles, quelquefois même plus que ces dernières ; mais elles joignent aux propriétés des eaux alcalines d'autres propriétés particulières, et, en quelque sorte, spécifiques, qui leur sont communiquées par les produits qui résultent de l'action de l'air sur le sulfure alcalin et par la matière organique azotée qu'elles renferment.

Les maladies qu'on traite avec succès par les eaux sulfureuses sont : les rhumatismes sub-aigus ou chroniques, les affections cutanées, les scrofules, le rachitis, diverses affections des voies respiratoires (phthisie, catarrhes laryngés, bronchiques, gutturo-pharyngiens), les catarrhes de l'utérus, de la vessie et de l'urètre; certaines maladies des os ou des articulations (ostéites, périostites, nécroses, tumeurs blanches, luxations spontanées); la chlorose, l'aménorrhée, les cachexies paludéenne, mercurielle, saturnine; les névralgies, plusieurs sortes de névroses, des paralysies générales ou partielles; les lésions chirurgicales, plaies d'armes à feu, trajets fistuleux, corps étrangers, suites d'entorses et de luxations; les ulcères atoniques variqueux, etc. La chronicité des maladies peut être considérée comme l'une des indications principales de l'emploi de ces eaux; l'état aigu, comme une contre-indication très-générale, pour ne pas dire absolue. Le choix des sources est loin d'être indifférent. Plusieurs d'entre elles sont considérées comme jouissant d'une sorte de spécificité pour le traitement de certaines affections qui seraient moins avantageusement modifiées par l'usage des autres. J'aurai occasion de faire connaître les principales particularités relatives aux diverses stations thermales, lorsque je décrirai chacune d'elles en particulier.

Avant d'aborder l'étude des propriétés physiques et chimiques des eaux sulfureuses thermales des

Pyrénées, nous allons jeter un coup-d'œil sur les travaux les plus remarquables qui ont été exécutés jusqu'à ce jour sur la composition chimique de ces eaux.

EAUX SULFUREUSES THERMALES A BASE DE SULFURE DE SODIUM.

§ 1er. — *Résumé des principaux travaux entrepris sur la composition chimique des eaux sulfureuses thermales des Pyrénées antérieurement à mes recherches.*

Des savants distingués ont étudié à plusieurs reprises la composition des eaux sulfureuses des Pyrénées. Je citerai, entre autres, Bordeu, Carrère, Venel, Pagés, Montaut, Campardon, Bayen, Poumier, Save, Anglada, Longchamps, Orfila, MM. Bouis, Boullay, O. Henry, Aubergier, Fontan, Gintrac, Roux, Blondeau.

On pourrait croire, après l'énumération que je viens de faire, que toutes les difficultés sont levées ou, tout au moins, que la nature des principes qui minéralisent ces eaux est connue d'une manière définitive; il n'en est pourtant rien. Quiconque a lu les travaux publiés jusqu'à ce jour sur ce sujet, reste frappé du désaccord qui règne entre leurs auteurs. La nature du composé sulfureux, celle des sels de soude que renferme l'eau ont été pendant

longtemps l'objet de discussions entre Orfila, Longchamps, et MM. Fontan, Henry, Boullay et Aubergier; et les savants que je viens de citer ne considéraient pas ces questions comme entièrement résolues au moment où j'ai entrepris mes recherches. Ce désaccord rend ma tâche difficile et m'impose une grande réserve. Je ne me flatte pas d'aplanir toutes les difficultés que des chimistes aussi éminents ont laissé subsister; mais je m'estimerai heureux si je parviens à jeter quelque jour sur ce sujet. J'ai dit tout-à-l'heure que tous les auteurs qui ont écrit sur les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées n'envisageaient pas de la même manière la composition de ces eaux. J'aurai à discuter plus tard la valeur des opinions émises par chacun d'eux. Je ferai tout mon possible pour que ma discussion soit sévère, impartiale, et porte ce cachet de simplicité et d'exactitude qui peut seul inspirer la confiance. Je désire surtout que les auteurs dont j'aurai à revoir les travaux restent bien persuadés que je n'ai jamais eu l'intention de blesser leur susceptibilité, et que le désir d'être utile a pu seul me porter à faire connaître mon opinion sur la valeur de leurs recherches.

J'ai cru devoir avant tout résumer en peu de mots l'historique des principales analyses qui ont été entreprises sur les eaux des Pyrénées; j'aurai ainsi l'occasion d'établir, une fois pour toutes, la part que chacun de leurs auteurs a prise au développement de la science sur ce sujet, et de rendre à

chacun d'eux ce qui lui revient dans les découvertes qui ont été faites.

Quoique les eaux sulfureuses des Pyrénées aient été connues et fréquentées il y a déjà plusieurs siècles, comme l'attestent les restes des monuments romains qui ont été retrouvés dans plusieurs localités thermales, ce n'est que vers le milieu du XVIIIe siècle qu'elles ont été l'objet de recherches chimiques de quelque importance.

En 1763, Campardon, chirurgien-major des eaux et de l'hôpital de Bagnères-de-Luchon, publia une analyse de ces eaux assez complète pour l'époque, mais qui serait considérée comme bien insuffisante aujourd'hui. Il résulte de cette analyse que les eaux de Bagnères-de-Luchon renferment du soufre, une terre bitumineuse, une huile éthérée volatile très-exaltée, un sel vitriolique et un peu de fer. Campardon décrit, en outre, un sédiment noirâtre, doux, onctueux; une matière blanche, savonneuse, analogue à la pâte dont on fait le papier, et des vapeurs qui exhalent une odeur sulfureuse et bitumineuse.

On ne peut guère citer que pour mémoire des recherches de ce genre; deux faits, cependant, me paraissent mériter d'y être signalés. En premier lieu, Campardon admet l'existence du fer dans ces eaux, dans lesquelles la présence d'un sulfure alcalin semblait devoir rendre peu probable celle de ce métal; en second lieu, la substance qu'il compare à la pâte du papier est, selon toute apparence, la

sulfuraire dont il ne soupçonne pas la nature, et qui, d'ailleurs, avait été observée longtemps avant lui; le sédiment noirâtre, onctueux, est une substance que l'on trouve encore aujourd'hui à Bagnères-de-Luchon dans les conduits qui renferment beaucoup de sulfuraire, et sur la nature duquel j'aurai à m'expliquer plus tard.

En 1766, Bayen publia ses recherches sur les eaux de Luchon. Son travail, qui était on ne peut plus remarquable pour l'époque à laquelle il fut publié, peut être cité encore aujourd'hui comme le document le plus complet que nous possédions sur les eaux minérales de cette localité.

En effet, Bayen, malgré l'imperfection des méthodes analytiques employées de son temps, ne recule pas devant les difficultés d'une analyse quantitative. Les procédés auxquels il a recours sont souvent nouveaux, toujours ingénieux, et le travail, considéré dans son ensemble, constitue l'une des plus belles pages des annales des eaux minérales.

Bayen, le premier, fait connaître, d'une manière exacte, la nature du principe sulfureux des eaux des Pyrénées; c'est, dit-il, du foie de soufre; il va plus loin, et désigne la base du sulfure qui est composé, dit-il, de natrum et de soufre. Il indique donc, aussi clairement que le comportaient les idées reçues de son temps, le sulfure de sodium. Bayen signale en outre, dans les eaux de Luchon, l'existence du sel de Glauber, du sel marin, d'une petite portion de matière grasse et de terre vitrifiable. Sa terre

vitrifiable est évidemment la silice que Bayen caractérise en la faisant fondre avec du minium, pour en obtenir du verre.

Bayen décrit et étudie le blanchiment des eaux de Luchon ; il reconnaît que l'opalinité de l'eau blanche est due à la précipitation d'un mélange de soufre, de matière terreuse et de matière organique. Il cherche ensuite quelles sont les circonstances qui favorisent le blanchiment, et donne de ce phénomène une explication sur laquelle je reviendrai plus tard.

Indépendamment de l'examen des eaux thermales, Bayen fait l'analyse de l'eau froide qui sert à tempérer l'eau minérale. Il reconnaît que cette eau n'est ni sulfureuse ni alcaline, et qu'elle tient en dissolution des sels à base de chaux.

L'illustre chimiste, dont je résume en ce moment les travaux, complète ses recherches par l'analyse des roches à travers lesquelles s'échappent les eaux. Il étudie avec soin les terres qui avoisinent les sources, les efflorescences qui recouvrent ces terres, les roches qui ont été soumises à l'action de l'eau minérale hors du contact de l'air, et celles qui ont subi en même temps l'influence de l'air et des vapeurs sulfureuses. Il décrit les circonstances qui déterminent la formation de l'acide sulfurique partout où les roches sont soumises à l'action simultanée de l'air et des vapeurs chargées de soufre ; il produit artificiellement ces efflorescences et constate leur composition avec une admirable exactitude.

J'analyserai en détail cette partie du mémoire de Bayen quand je parlerai des incrustations et efflorescences que l'on remarque actuellement à Luchon.

La décomposition que le sulfure alcalin éprouve au contact de l'air n'échappe pas au regard pénétrant de Bayen. Voici, d'ailleurs, comment il s'exprime sur ce sujet :

« L'union du soufre avec les alcalis, *et surtout* » *avec l'alcali minéral*, n'est pas très-intime ; elle » peut être détruite de plusieurs manières par la » décomposition du soufre lui-même. Si, par exem- » ple, on expose le foie de soufre à l'air libre pen- » dant un temps suffisant, le phlogistique aban- » donne l'acide vitriolique qui, à mesure qu'il » devient libre, se combine avec le sel alcali et pro- » duit un nouveau corps. »

J'ai longuement insisté sur les travaux de Bayen, parce qu'il m'a semblé qu'il était de mon devoir de rendre cet hommage à la mémoire d'un chimiste aussi recommandable.

A l'analyse de Bayen succèdent les recherches de Save. D'après Save, les eaux de Luchon ne contiennent pas de sulfure de sodium, mais bien de l'acide sulfhydrique libre.

Je vais citer textuellement les passages de son mémoire, dans lesquels il cherche à prouver que sa manière de voir est exacte :

« 1° Les eaux de Luchon qui paraissent les plus » minéralisées exhalent une forte odeur d'œufs » couvés ;

» 2° Elles verdissent fortement le sirop de vio-
» lettes;

» 3° Les pièces d'argent qu'on y plonge sont
» noircies sur-le-champ;

» 4° Les acides sulfurique et muriatique n'y
» occasionnent d'abord aucun changement. Après
» quelques minutes, la liqueur devient légèrement
» louche, et cette couleur augmente peu à peu;
» mais, dans l'espace d'une heure, il ne s'est pas
» présenté de précipité.

» Cette expérience prouve déjà que les eaux de Lu-
» chon ne contiennent pas de sulfure, comme l'ont
» prétendu tous les chimistes qui m'ont précédé.

» L'acide sulfureux y a, sur-le-champ, formé
» des stries blanches, et, dix minutes après, toute
» l'eau employée à cette expérience est devenue
» d'une couleur blanche, tirant sur le bleu. Dans
» l'espace d'une heure, l'odeur hépatique a été
» presque entièrement détruite.

» Les effets de l'acide nitreux que j'ai ensuite
» employé n'ont pas été aussi prompts. Dans l'es-
» pace de deux minutes, l'eau était troublée dans
» toute son étendue; mais la couleur était beaucoup
» plus légère que celle occasionnée par l'acide
» sulfureux (1). »

Les expériences de Save ne détruisent nullement la théorie de Bayen; elles ne démontrent en aucune manière que le soufre existe dans ces eaux sous la

(1) *Journ. de Pharm.*

forme d'acide sulfhydrique plutôt que sous celle de sulfure. Je ne crois pas devoir les discuter; car il suffit d'en lire l'exposé pour être convaincu qu'elles ne sont pas suffisantes pour établir ce que l'auteur voulait faire admettre.

En 1809 et 1810, M. Dispan publia l'analyse des eaux d'Ax (Ariége). Ce chimiste signala, le premier, l'existence du manganèse et du silicate de soude dans les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées (1).

En 1813, Poumier publia une série d'analyses quantitatives des eaux sulfureuses des Pyrénées. Ce chimiste, dont le travail a été rarement cité par les auteurs qui l'ont suivi, a cependant signalé plusieurs particularités intéressantes qui avaient échappé à ses devanciers. Il indique, le premier, dans ces eaux la présence des sels solubles de chaux et de magnésie. L'existence de ces sels a été, il est vrai, contestée plus tard par M. Fontan; mais j'aurai occasion de prouver que l'opinion de Poumier était fondée.

On trouve dans l'ouvrage de Poumier l'analyse des eaux de Bonnes, des Eaux-Chaudes, de celles de Barèges, Saint-Sauveur, Cauterets, Bagnères-de-Luchon et Labassère. Ces analyses sont loin d'être irréprochables; elles laissent surtout à désirer sous le rapport de l'exactitude du dosage des divers principes actifs de ces eaux, ou, du moins,

(1) *Histoire et mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse*, tome Ier, 1827, page 167.

si l'on voulait les considérer comme exactes, il faudrait admettre que les eaux sulfureuses des principales stations thermales des Pyrénées sont fort différentes aujourd'hui de ce qu'elles étaient en 1813, ce qui n'est nullement probable.

Poumier admet que, pour bien établir la composition des eaux minérales sulfureuses, il faut revenir sur les lieux et reprendre son travail dans les diverses saisons, parce que « les eaux pluviales » peuvent se mêler aux eaux de ces sources dans » certains temps de l'année et en altérer les pro- » priétés. » Nous verrons plus loin que cette recommandation est parfaitement fondée.

Une autre observation me paraît mériter d'être signalée ; je cite textuellement :

« J'ai remarqué que plus les eaux sont chaudes, » moins elles donnent de pesanteur spécifique par » le refroidissement et de résidu par l'évaporation ; » mais plus aussi elles sont susceptibles de se trou- » bler par le repos, *de fournir de gaz hydrogène* » *sulfuré et de dépôt, tant en soufre* qu'en matière » limoneuse blanchâtre. »

Il résulte clairement de ce passage que Poumier considérait les eaux les plus chaudes comme les plus sulfureuses.

J'ai fait connaître les traits les plus saillants du travail de Poumier ; je passe aux recherches de Longchamps.

En 1823, Longchamps publia une note sur les eaux minérales des Pyrénées. Il admit que les eaux

de Barèges, Cauterets et Saint-Sauveur, doivent leur réaction alcaline à de la soude caustique et non à du carbonate de soude; il étendit, plus tard, cette manière de voir à toutes les eaux sulfureuses des Pyrénées; il émit l'opinion que les chimistes qui ont cru y reconnaître l'existence du carbonate de soude ont pris dans leurs analyses du silicate de chaux pour du carbonate de chaux, et du sulfate de baryte pour du carbonate de cette base. D'après Longchamps, dans les eaux sulfureuses des Pyrénées, « le soufre est combiné à l'hydrogène, et » l'hydrogène sulfuré qui en résulte est combiné » avec la soude et forme un hydro-sulfure peut-être » mélangé de sulfure hydrogéné, ce qu'il est diffi- » cile de déterminer avec précision, etc. (1). »

Dans une publication ultérieure *(Annuaire des eaux minérales de France)*, ce chimiste a fait connaître l'analyse des eaux de Barèges, Cauterets et Saint-Sauveur.

En 1823, M. Magnes-Lahens analysa quelques-unes des principales sources d'Ax, dont M. Dispan ne s'était pas occupé. Comme ce dernier chimiste, M. Magnes trouva que certaines sources contenaient du carbonate de soude, tandis que d'autres renfermaient surtout du silicate de cette base. M. Magnes considéra ces eaux comme contenant le soufre à l'état de sulfure de sodium (2).

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*

(2) *Analyse des eaux minérales d'Ax*, par Magnes-Lahens; 1823.

En 1827, Anglada publia ses belles recherches sur les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées; il essaya de démontrer, à l'aide d'expériences très-habilement conçues, que ces eaux sont redevables de leurs principales propriétés à du mono-sulfure de sodium et du carbonate de soude. Ce savant professeur montra que toutes les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées laissent dégager de l'azote au bouillon de leur source, que toutes tiennent en dissolution une matière organique azotée qui se dépose en partie lorsqu'elles arrivent au contact de l'air et produit, soit la substance amorphe et d'apparence gélatineuse, qu'on désigne habituellement sous le nom de *barégine*, soit la substance blanche et filamenteuse que M. Fontan a décrite plus tard sous le nom de *sulfuraire*.

Anglada reconnut le premier que toutes ces eaux contiennent de l'air en dissolution, mais qu'on ne peut en dégager l'oxygène qu'elles renferment qu'en les désulfurant avant de les faire bouillir. Cet habile chimiste étudia avec un grand soin l'action que l'air exerce sur le principe sulfureux; il décrivit le phénomène du blanchiment de certaines eaux et en donna une explication que je signalerai plus tard quand je parlerai des eaux blanches.

On trouve, dans les Mémoires d'Anglada, une description exacte des propriétés des eaux sulfureuses dégénérées et de celles des eaux thermales simples. Enfin, on y trouve des analyses très-détaillées des principales eaux sulfureuses des Pyré-

nées orientales. Les œuvres d'Anglada peuvent être considérées, même à notre époque, comme les plus remarquables de toutes celles qui ont été publiées sur les eaux sulfureuses des Pyrénées.

En 1838, M. Fontan publia un Mémoire intitulé : *Recherches sur les eaux minérales des Pyrénées*. Les faits contenus dans ce Mémoire et les théories qui s'y trouvent développées étaient, dit l'auteur, le fruit de trois années de recherches non interrompues. M. Fontan avait analysé, dans ce temps, les principales sources des départements de l'Ariége, de la Haute-Garonne, des Hautes et Basses-Pyrénées.

A part l'élément sulfureux dont la quantité a été déterminée avec soin par l'auteur, les autres éléments n'ont pas été dosés. M. Fontan fait connaître seulement les résultats de l'analyse qualitative des sources nombreuses dont il est question dans son Mémoire. Il suppose, comme ses devanciers, que les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées renferment toutes les mêmes éléments essentiels; quelques-unes présentent cependant, sous le rapport de la qualité de leurs principes constituants, des différences qu'il a soin de signaler.

Les éléments minéralisateurs communs à toutes les eaux sont, d'après M. Fontan :

1° Un hydro-sulfate de sulfure ;

2° Du chlorure de sodium et peut-être de potassium ;

3° Du sulfate de soude ;

4° Du carbonate et du silicate de chaux;

5° Du carbonate de magnésie;

6° Du fer et de l'alumine;

7° Des silicates de soude et peut-être de fer et d'alumine;

8° Une matière organique.

Quelques sources seulement contiennent du sulfate de chaux.

M. Fontan étudie longuement le phénomène du blanchiment des eaux de Luchon. Après avoir exposé l'opinion des auteurs qui l'ont précédé, il rapporte une série d'expériences, desquelles il résulte que les eaux sulfureuses, qui sont limpides et incolores à leur griffon, prennent avant de blanchir une teinte jaune verdâtre, et que le blanchiment suit de près l'apparition de cette teinte. La teinte jaune verdâtre est due, d'après lui, à la formation d'un polysulfure sous l'influence de l'air dont l'oxygène, agissant sur les éléments du principe sulfureux que M. Fontan considère comme un sulfhydrate de sulfure, brûle d'abord l'hydrogène de l'acide sulfhydrique sans précipiter de soufre; l'oxydation continuant, le sodium et une partie du soufre forment de l'hyposulfite de soude, tandis que l'autre partie du soufre se dépose.

M. Fontan se demande si l'eau qui a été ainsi altérée par le contact de l'air et qui contient un polysulfure n'a pas acquis par ce seul fait des propriétés curatives d'une certaine importance. Voici comment il s'exprime à ce sujet :

« Je rechercherai si la modification qu'éprouve le » principe sulfureux, en passant de l'état de sulfhy » drate à celui de polysulfure, ne donne pas à » l'eau des propriétés différentes et peut-être plus » actives, quoique le soufre soit alors en plus faible » proportion (1).

» Le mono-sulfure n'attaque pas le platine, tan- » dis que les polysulfures l'altèrent promptement.

» Le bichlorure de mercure, quoique ne conte- » nant que la moitié de mercure que le protochlo- » rure, est beaucoup plus actif que lui. A Barèges, » l'on a remarqué que les piscines produisent des » effets plus actifs que les bains ordinaires. Je sais » que la haute température de l'atmosphère y est » pour beaucoup; mais la modification du principe » sulfureux n'y serait-elle pour rien? Nous avons » démontré plus haut que, dans les piscines, le » soufre passait à l'état de polysulfure.

» A Bagnères-de-Luchon, la Reine est, dit-on, » très-active dans le bain, quoique ne contenant » que très-peu de principe sulfureux. L'eau y est » assez longtemps à l'état de polysulfure avant de » blanchir. »

M. Fontan traite ensuite de l'état sous lequel la soude existe dans les eaux minérales sulfureuses des Pyrénées, et arrive à cette conclusion que l'alcalinité de ces eaux est due surtout à du silicate de soude.

(1) *Recherches sur les eaux minérales des Pyrénées.*

La nature et les caractères des diverses matières organiques qu'on trouve dans les eaux font l'objet d'un chapitre assez étendu.

Dans un deuxième Mémoire, publié en 1840 (*Annales de Chimie et de Physique*, t. LXXIV), M. Fontan étudie une foule de questions très-intéressantes qui se rapportent aux eaux minérales en général. Je crois devoir rapporter ici la partie de ses conclusions qui est relative aux eaux sulfureuses, parce que j'aurai occasion de discuter ces conclusions à propos des sources des Pyrénées :

« 1° Les eaux sulfureuses naturelles naissent » toutes dans le terrain primitif ou sur les limites » de ce terrain et du terrain de transition (1).

» 2° Ces sources naissent seules, éloignées de » toutes autres sources, et contiennent une très- » petite proportion de substance saline autre que le » principe sulfureux, et toujours, dans les Pyré- » nées, les substances salines des eaux sulfureuses » naturelles sont : du sulfate de soude, du chlorure » de sodium, du silicate de soude, sans sulfate, *ni* » *chlorure de chaux ni de magnésie* (2).

(1) Ce fait avait été signalé, avant les travaux de M. Fontan, par plusieurs auteurs, et entre autres par le docteur Forbes.

(2) « Les sulfureuses accidentelles contiennent en général » une forte proportion de substances salines, et notamment, » dans la plupart des cas, du sulfate de chaux et de magnésie, » avec des chlorures de ces bases, et quelquefois d'autres sub- » stances. Ces sources sourdent le plus souvent près des sources » salines, qui ont la même composition qu'elles, et dont elles

» 3° Ces sources naissent, le plus souvent, chau-
» des; *et dans chaque localité*, s'il existe plusieurs
» sources, *c'est la plus chaude* qui est la plus sulfu-
» reuse, et devient d'autant plus sulfureuse qu'on
» la cherche plus profondément (1).

» 4° Le gaz qui se dégage spontanément des eaux
» sulfureuses naturelles est de l'azote pur; celui
» qui se dégage par l'ébullition est de l'azote mêlé
» d'hydrogène sulfuré (2).

» 5° Les sources sulfureuses naturelles contien-
» nent une quantité notable en dissolution d'une
» substance azotée, qui se dépose quelquefois sous
» la forme de gelée, et qu'on a désignée sous le nom
» de barégine (3). »

Je discuterai à plusieurs reprises, dans le cou-
rant de ce travail, la valeur des théories dont je
viens de donner une analyse rapide.

» dérivent, et souvent elles se trouvent dans le voisinage de
» sources ferrugineuses crénatées. »

(1) « Les sources sulfureuses accidentelles naissent le plus
» souvent froides, et si elles sont chaudes, elles deviennent
» d'autant plus sulfureuses, qu'elles se refroidissent davantage
» dans chaque localité; et plus on se rapproche des sources
» principales, moins elles sont sulfureuses. »

(2) « Le gaz qui se dégage des sources sulfureuses acciden-
» telles spontanément est un mélange d'acide carbonique,
» d'hydrogène sulfuré et d'azote; celui qui se dégage par
» l'ébullition est aussi un mélange de ces trois gaz. »

(3) « Les sources sulfureuses accidentelles ne contiennent pas
» de barégine; quand elles contiennent une matière organique,
» cette substance est de l'acide crénique. »

En 1841, M. le docteur Gintrac a parcouru les Pyrénées, et il a déterminé, à l'aide du thermomètre et du sulfhydromètre, la température et la sulfuration des principales sources thermales; il a complété plus tard ses recherches en visitant les établissements des Pyrénées-Orientales, dont il n'avait rien dit dans son premier travail.

MM. Boullay et O. Henry se sont aussi occupés de l'analyse des eaux minérales sulfureuses des Pyrénées; M. Henry a signalé le premier l'existence de l'iode dans quelques-unes d'entre elles, et il a annoncé qu'on trouverait probablement des traces de ce corps dans toutes les eaux sulfureuses de la chaîne.

MM. Boullay et Henry ont surtout essayé de ramener les chimistes qui croyaient, avec M. Fontan, que les eaux sulfureuses des Pyrénées étaient minéralisées par le sulfhydrate de sulfure de sodium, à l'opinion de Bayen et d'Anglada. Je ferai connaître plus tard les expériences qu'ils ont faites dans ce but.

Dans ces dernières années, M. Bouis a publié de fort beaux travaux sur les sources d'Olette; M. Bouis a signalé, le premier, l'existence de l'acide borique dans les eaux sulfureuses des Pyrénées-Orientales.

M. Blondeau a publié des observations sur les eaux de Cauterets; M. Bérard a examiné les eaux de Visos, et y a trouvé une matière bitumineuse. Enfin, en 1851, M. Lambron a visité les Pyrénées, et a déterminé les températures et les degrés sulfhydrométriques de cent soixante-dix-huit sources.

Je ferai connaître plus en détail les principaux

résultats obtenus par les auteurs dont j'ai cité les travaux, à mesure que l'occasion s'en présentera.

§ 2. — *Propriétés physiques et organoleptiques des eaux à base de sulfure de sodium.*

Les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées, considérées dans leur ensemble, possèdent des caractères qui sont communs à toutes les sources connues; quelques-unes présentent des caractères particuliers qui les distinguent des autres. Je ne crains pas d'aller trop loin, en avançant que c'est pour avoir voulu attribuer à toutes les sources sulfureuses de cette chaîne de montagnes les propriétés qui avaient été constatées sur celles de quelques localités que certains chimistes ont jeté de l'incertitude sur leur véritable composition.

Quoique les eaux de Luchon aient été de ma part l'objet d'une étude plus approfondie que celle des autres établissements thermaux des Pyrénées, je n'ai pas moins cru devoir m'occuper de ces dernières, afin d'établir des comparaisons qui me semblaient pouvoir présenter un certain intérêt. C'est dans ce but que j'ai entrepris, en octobre 1850, un voyage, pendant lequel j'ai visité successivement Baréges, Saint-Sauveur, Cauterets, Bonnes, les Eaux-Chaudes, Labassère et Gazos. MM. François, Chambert, et M. le docteur Pégot, ont bien voulu prendre part à ce voyage, et m'aider de leurs conseils et de leur expérience; grâce à leur concours,

je me suis trouvé, pour examiner les sources, dans des conditions infiniment meilleures que les observateurs qui m'avaient précédé. J'exposerai plus loin les principaux résultats de ce voyage. Postérieurement (en 1853), j'ai visité les divers établissements d'Ax (Ariége) et ceux de Cadéac (Hautes-Pyrénées).

Je vais décrire actuellement les propriétés physiques et organoleptiques des eaux sulfuré-sodiques en général.

Les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées appartiennent à la classe des eaux hydrosulfatées alcalines d'Anglada, sulfureuses naturelles de M. Fontan; leurs caractères sont les suivants :

Ces eaux sont limpides, tantôt incolores à leur point d'émergence, tantôt légèrement colorées en jaune verdâtre. Elles possèdent toutes une odeur prononcée d'acide sulfhydrique. Leur saveur est franchement hépatique. Leur température, souvent très-élevée, est comprise entre + 12 et 78° centigrades. Leur densité diffère peu de celle de l'eau distillée; les nombres suivants représentent la densité de l'eau de quelques sources prise à la température + 15° à + 20°.

Luchon.	Source Bayen.	1,00026.	— Filhol.
	— Reine.	1,00025.	— *id.*
	— Grotte sup.. .	1,00019.	— *id.*
	— Blanche. . . .	1,00017.	— *id.*
	— Ferras, s. n° 2.	1,00028.	— *id.*
	— Etigny, n° 1. .	1,00015.	— *id.*
	— Richard, sup..	1,00029.	— *id.*

Escaldas.	1,00001 —	Anglada
Vernet, sup. n° 1. .	1,00016 —	*id.*
Molight, sup. n° 1. .	1,00022 —	*id.*
Vinça..	1,00020 —	*id.*
Amélie-les-Bains, gros Escaldadou. .	1,00022 —	*id.*
La Preste.	0,99998 —	*id.*

J'ai rapporté les résultats obtenus par Anglada, quoique celui qui est relatif à l'eau de la Preste soit nécessairement inexact; car une eau qui tient des sels en dissolution ne peut pas être, à égalité de température, plus légère que l'eau distillée.

Toutes les sources qui jaillissent de bas en haut laissent dégager par intervalles une quantité plus ou moins notable de bulles gazeuses, qu'on peut aisément recueillir. Ce gaz est sans action sur la teinture de tournesol; il éteint les corps en combustion; il ne trouble pas l'eau de chaux; il n'est pas sensiblement absorbé par la potasse; il brunit légèrement le papier d'acétate de plomb; il se comporte, en un mot, comme de l'azote contenant quelques traces d'acide sulfhydrique.

L'eau de certaines sources se trouble peu de temps après qu'elle a été exposée à l'air; de limpide qu'elle était, elle devient laiteuse; elle perd, en même temps, presque toute son odeur et une grande partie de son degré sulfhydrométrique; on lui donne alors le nom d'eau blanche.

§ 3. — *De la température.*

En déterminant la température des diverses sources de Bagnères-de-Luchon, j'ai eu l'idée de faire un travail assez complet pour que ceux qui voudraient résoudre les principales questions qui ont été soulevées à propos de la température des eaux thermales des Pyrénées puissent y trouver, autant que possible, des éléments de solution.

Une question importante, qui a été soulevée à plusieurs reprises et longuement discutée par Anglada, consiste à savoir si la température des eaux thermales est invariable ou si elle subit des variations, soit régulières, soit irrégulières.

Anglada, comparant les températures observées en 1754 par Carrère avec celles qu'il prenait lui-même en 1818 et 1819, trouva que ses observations donnaient toutes des températures inférieures à celles que Carrère avait constatées sur les mêmes sources. La différence s'élève jusqu'à 27° Réaumur pour la source d'Olette; la source de Nyer, au contraire, ne se serait refroidie que de 0°,5. Cependant, Anglada, ayant eu occasion d'observer la température de la source principale de Moligth, à deux époques séparées par 20 ans d'intervalle, trouva, la première fois, 31° Réaumur, et la deuxième, 30,30. Ce savant n'hésite pas à attribuer cette légère différence à des causes accidentelles ou à des erreurs d'observation. Tous les essais qu'il a

faits pour constater les changements que pourrait éprouver la grande source des bains d'Arles, en prenant chaque jour la température de la source et faisant varier l'époque de la journée, ne lui ont pas permis d'observer la plus légère différence; il opérait pourtant avec un thermomètre sur lequel les dixièmes de degré étaient facilement appréciables.

M. Legrand a repris la comparaison des observations de Carrère avec celles d'Anglada, et a montré que les différences qu'on observe entre elles ne sont qu'apparentes; si l'on suppose, en effet, que Carrère s'est servi d'un thermomètre de Réaumur à l'alcool, et qu'on fasse les réductions convenables, on arrive aux résultats suivants :

NOMS DES SOURCES.	Températures observées par Carrère, en 1751.		Températ. observées par Anglada, en 1819.
	Observation brute.	Températ. corrigées.	
Nyer.	19,00	18,00	18,50
Vinça (source de Nossa). . .	20,50	19,40	18,80
Molighth (grande source). .	33,00	30,30	30,30
La Preste (grande source). .	38,50	35,20	35,20
Escaldas (source du milieu).	38,50	35,20	34,00
Vernet (source extérieure). .	48,00	43,00	42,80
Vernet (source du milieu). .	51,00	45,50	44,50
Arles (Escaldadou gros). . .	55,50	49,00	49,00
Thués (Olette, Carrère). . .	70,50	60,00	60,00

Il semblerait donc, d'après les observations de M. Legrand, que les eaux sulfureuses des Pyrénées-Orientales n'ont éprouvé, depuis 1754 jusqu'à 1819, que de très-légères variations de tempéra-

ture, qui pourraient très-bien dépendre de causes accidentelles (1); mais faut-il en conclure que la température des eaux minérales est invariable : c'est ce qui paraît moins démontré, quand on jette un coup-d'œil sur les travaux faits en d'autres lieux par des auteurs dont l'habileté n'est pas douteuse. C'est ainsi que les observations de Becher, Klaproth et Berzélius, sur l'eau du Strudel à Carlsbad, semblent prouver que la température des sources thermales peut éprouver des variations assez notables; je transcris ces observations :

1770. — Becher. . . . 59° Réaumur.
1791. — Klaproth. . . 55,50
1822. — Berzélius. . . 59,00

M. Bonjean, qui a si bien étudié les eaux d'Aix en Savoie, a constaté que leur température variait d'une manière très-sensible à certaines époques, et surtout à la suite de longues pluies; c'est ainsi qu'en 1836 (le 6 novembre) l'eau de soufre ne marquait que 36° au lieu de 45 qu'elle marque habituellement (2).

Les eaux de Brig-Baden en Vallais restent neuf

(1) Les nombres fournis par M. Legrand pour la source d'Olette ne sont pas les mêmes que ceux que cite Anglada; ce n'est pas 60°, mais bien 43°,5 que ce dernier avait trouvés pour la température de cette source. Anglada insiste même sur la différence de 27° R. qui existe entre ses observations et celles de Carrère. Il y aurait donc ici une variation trop considérable pour que les calculs de M. Legrand puissent rétablir la concordance.

(2) *Analyse chimique des eaux d'Aix en Savoie*, page 34.

mois de l'année à 34 ou 35° et acquièrent tout-à-coup une température de 45 à 50°, lorsque la fonte des neiges du grand glacier de L'yung-Frau permet d'arroser les pâturages immenses qui entourent la base au-dessous de laquelle on voit sourdre au niveau du lit du Rhône la source thermale dont il s'agit.

Ces changements subits qu'éprouve la température des eaux avaient été observés à une époque fort éloignée de la nôtre, comme on peut en juger par le passage suivant de Pline :

« Terræ quoque motus profundunt, sorbuntque » aquas. Sicut circa Phænum Arcadiæ quinquies » accidisse constat. Sic et in Coryco monte amnis » erupit, posteaque cæptus est coli, illa mutatione » mira, ubi causa nulla evidens apparet : *Sicut in* » *magnesia calidas factas frigidas, salis non* » *mutato sapore.* »

M. Forbes, qui a parcouru les Pyrénées en 1835 pour y étudier la question de l'invariabilité de la température des eaux minérales, s'exprime ainsi dans son travail (1) :

« Rien n'est plus incertain que l'histoire des eaux » minérales, malgré leur importance médicale et le » grand intérêt géologique qu'elles présentent, en » particulier, rien ou presque rien n'est connu sur » la constance ou la variation de leur température, » de jour en jour, d'année en année, de siècle en

(1) *Bibl. univ. de Genève.*

» siècle, et l'on comprend pourtant la valeur de » tels faits pour asseoir une opinion sur la cause de » cette température elle-même. Non-seulement nous » sommes incapable d'établir avec l'état thermo- » métrique ancien des sources, même les mieux » connues, des comparaisons authentiques, mais » même il nous manque des observations suffisam- » ment précises et complètes qui promettent pour » l'avenir ce moyen précieux d'éclairer la théorie » des eaux minérales.

» Les théories de Fourier feraient penser que, si » les sources chaudes doivent leur température à la » chaleur centrale de la terre, elle a dû fort peu » diminuer dans les temps historiques; mais quel- » ques faits ont prouvé qu'il y a souvent des chan- » gements très-brusques. Ainsi, la source de la » Reine à Bagnères-de-Luchon augmenta tout-à- » coup de 75° Far. (41,6 c.), en 1775, lors du » tremblement de terre de Lisbonne (1).

» Ainsi, deux sources chaudes de l'Amérique du » Sud, éloignées de tout volcan actif, ont augmenté » leur température de 4°,8 c. Depuis le moment où » M. de Humboldt les a examinées jusqu'au dernier

(1) Campardon, *Dict. min. et hydrol. de la France*, t. Ier, page 121.

On connaît une multitude de faits du même genre. Ainsi, d'après M. Despine, les eaux d'Aix en Savoie devinrent froides et déposèrent un sédiment bleuâtre à l'époque du tremblement de terre de Lisbonne. Ce phénomène dura trois ou quatre jours (*Essai sur la topog. d'Aix en Savoie*, page 39).

» voyage de M. Boussingault. Or, nous n'avons au-
» cune série d'expériences sur les variations journa-
» lières ou mensuelles des diverses sources d'eaux
» minérales, et, quoique l'on ait une opinion géné-
» rale de la constance de leur température, elle
» n'est appuyée sur aucun fait bien constaté, etc. »

M. Forbes a voulu jeter les bases d'un plan d'observations qui puissent servir de repaire pour l'avenir. Les recherches de ce savant ont été faites sur les eaux minérales des Pyrénées ; ses expériences ont été effectuées à l'aide de deux thermomètres gradués avec le plus grand soin, marchant parfaitement d'accord, et dont il avait vérifié les points extrêmes : elles méritent donc toute confiance. Je vais comparer ses déterminations avec quelques-unes de celles qui avaient été faites par d'autres observateurs. J'examinerai à part celles qui ont été faites sur les eaux de Bagnères-de-Luchon, avant et après 1836, parce que des travaux de recherche et d'aménagement entrepris en 1838 ont mis les sources dans des conditions nouvelles qui ont pu amener un changement notable dans la température de quelques-unes. Pour ne pas donner trop d'étendue à ce tableau, je n'ai cité que les observations qui ont été faites sur les sources dont la température et le degré sulfhydrométrique ne paraissent avoir éprouvé que de légers changements ; il est clair qu'en comparant les observations faites sur les sources accessibles aux eaux d'infiltration j'aurais eu à constater des différences considérables.

Comparaison des températures que divers observateurs ont constatées en examinant les mêmes sources à des époques différentes.

NOMS des LOCALITÉS	NOMS des SOURCES.	Température.	LIEU des observations.	NOMS des AUTEURS.	Dates des observat.
Amélie-les-Bains.	Gros Escaldadou	61,25	au bouillon.	Anglada.	»
	id.	61,15	*id.*	Roux.	1842
	S. du jard. Côme	60,00	*id*	Anglada.	»
	id.	60,25	*id.*	Roux.	1842
	Pet. Escaldadou	62,87	*id.*	Anglada.	»
	id.	62,70	*id.*	Arago.	1826
	id.	62,90	*id.*	Forbes.	1835
	id.	63,75	*id.*	Roux.	1842
La Preste	S. des Lépreux.	43,12	*id.*	Anglada.	»
	id.	43,00	*id.*	Roux.	1842
Escaldas.	Grande source.	42,50	*id.*	Anglada.	»
	id.	42,15	*id.*	Roux.	1842
	Source Merlat..	33,12	*id.*	Anglada.	»
	id.	33,10	*id.*	Roux.	1842
Thués. .	S. des b. de la Tet	75,00	*id.*	Anglada.	»
	id.	75,50	*id.*	Roux.	1842
Ax. . . .	Rossignol sup. .	74,50	*id.*	Fontan.	1835
	id.	71,80	*id.*	Forbes.	1835
	id.	73,00	*id.*	Gintrac.	1841
	id.	74,50	*id.*	Roux.	1842
	id.	77,00	*id.*	Lambron.	1851
	Les Canons. . .	75,60	*id.*	Forbes.	1835
	id.	75,50	*id.*	Roux.	1842
	id.	75,00	*id.*	Gintrac.	1841
Baréges.	Grande douche.	44,10	au robinet.	Arago.	1826
	id.	44,75	*id.*	Fontan.	1835
	id.	44,40	*id.*	Forbes.	1835
	id.	45,00	*id.*	Gintrac.	1841
	id.	43,60	*id.*	Filhol.	1850
	Lachapelle. . .	31,80	*id.*	Fontan.	1835
	id.	28,45	*id.*	Longchamps	1831
	id.	31,00	*id.*	Gintrac.	1841
	id.	31,10	*id.*	Filhol.	1850
Saint-Sauveur.	. . . . .	34,50	au r. de la d.	Fontan.	1835
	. . . . .	34,50	*id.*	Gintrac.	1841
	. . . . .	34,50	*id.*	Longchamps	»
	. . . . .	34,20	*id.*	Filhol.	1850

NOMS des LOCALITÉS	NOMS des SOURCES.	Températ.	LIEU des observations.	NOMS des AUTEURS.	Dates des observat.
Cauterets	La Raillère. . .	39,25	au réservoir	Fontan.	1835
	id.	39,00	*id.*	Buron.	»
	id.	38,50	*id.*	Gintrac.	1841
	id.	39,00	*id.*	Filhol.	1850
	César vieux. . .	48,05	au robinet.	Fontan.	1835
	id.	48,50	*id.*	Buron.	»
	id.	48,00	*id.*	Gintrac.	1841
	id.	48,50	*id.*	Filhol.	1850
	Source aux œufs	54,50	au griffon.	Forbes.	1835
	id.	54,00	*id.*	Filhol.	1850
Bonnes. .	Source vieille. .	33,00	à la buvette	Fontan.	1835
	id.	33,35	*id.*	Forbes.	1835
	id.	33,20	*id.*	Gintrac.	1841
	id.	32,20	*id.*	Filhol.	1850
	Source du Bois.	12,80	à la source.	Fontan.	1835
	id.	13,00	*id.*	Gintrac.	1841
	id.	12,20	*id.*	Filhol.	1850
	Source du Clot.	34,70	à la buvette	Forbes.	1835
	id.	36,15	*id.*	Fontan.	1835
	id.	36,00	*id.*	Gintrac.	1841
	id.	34,10	*id.*	Filhol.	1850
	Lerey.	33,65	au robinet.	Fontan.	1835
	id.	34,00	*id.*	Gintrac.	1841
	id.	34,80	à la buvette	Filhol.	1850

Si l'on examine l'ensemble des observations que je viens de rapporter, on trouvera certainement qu'il en résulte que la température du plus grand nombre des sources thermales n'éprouve que des variations fort légères, et que ces variations ne se produisent pas toutes dans le même sens. Ainsi, il est de la dernière évidence que les eaux minérales ne présentent pas une série de températures décroissantes quand on les observe à des intervalles de temps très-considérables. Sans parler des re-

marques ingénieuses de M. Legrand, que j'ai citées plus haut, on voit que plusieurs sources, examinées par divers auteurs à des époques assez éloignées, ont fourni des résultats tellement rapprochés, qu'on doit être tenté d'attribuer les différences, comme le faisait Anglada, soit à des erreurs d'observation, soit à l'imperfection des thermomètres. Il faut pourtant convenir que cette explication n'est pas toujours satisfaisante. On peut bien admettre des erreurs de quelques dixièmes de degré, ce qui est déjà considérable quand les observateurs ne manquent pas d'habileté. Mais on ne peut supposer que des savants, tels que MM. Arago, Forbes et Anglada, n'aient pas opéré avec une précision suffisante pour qu'une erreur d'un degré entier puisse être considérée comme possible. Si l'on se rappelle, en outre, qu'en 1800 M. de Humboldt trouva que la température de la source de Mariara (Cordilières) était de 59°,3, et qu'en 1823, MM. Boussingault et Rivero l'ont trouvée de 64°; que le premier de ces observateurs avait trouvé, en 1800, 90°,4 pour la température de l'eau de Las Trincheras, près Puerto-Cabello, et que MM. Boussingault et Rivero ont trouvé, en 1823, 97° pour la température de la même eau, et que pour cette deuxième source l'observation a été évidemment faite au même endroit, on sera convaincu que la température des sources thermales n'est pas invariable (1).

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. LII, p. 189.

Mais il me paraît impossible de mettre sur le compte du chimiste ou de ses instruments des différences qui s'élèvent jusques à 5° entiers, comme cela arrive pour la source du Rossignol, à Ax. La source Lachapelle, à Barèges, a fourni des observations presque aussi discordantes, car la différence s'élève à 3°,35. Je crois donc, comme M. Forbes, que la question n'est pas aussi nettement résolue qu'elle devrait l'être ; je montrerai bientôt que sa solution présente des difficultés dont on n'a peut-être pas tenu un compte suffisant jusqu'à ce jour.

Toute incertitude disparaîtrait, si les observations que l'on veut comparer avaient toutes été faites par la même personne, avec les mêmes instruments, et si ces instruments avaient été soumis chaque fois à des vérifications convenables. Quelques-unes de celles qui ont été exécutées par Anglada sont dans ce cas, et j'ai fait remarquer qu'il en est qui présentent des résultats un peu différents ; mais les différences sont très-légères. Quand on sait combien il est difficile d'obtenir des instruments dont la graduation ne laisse rien à désirer, quand on sait en outre que le zéro des thermomètres s'élève quelque temps après leur confection, on peut se demander si tous les observateurs ont opéré avec une exactitude irréprochable.

J'ai fait, pour jeter quelque jour sur cette question, des expériences fort nombreuses sur les eaux de Bagnères-de-Luchon ; je les rapporterai tout-à-l'heure ; mais je crois devoir, tout d'abord,

comparer entre eux les résultats obtenus, avant 1836, par MM. Boisgiraud, François et Forbes.

NOMS des SOURCES.	DATES des EXPÉRIENCES.	Température.	LIEU des observations.	NOMS des observateurs.
Reine.	1832, 16 sept.	50,45	à la source.	Boisgiraud.
id.	1833, 19 août.	50,45	*id.*	*id.*
id.	1835.	47,00	*id.*	François.
id.	1835.	43,60	*id.*	Forbes.
Grotte supér. .	1832, 16 sept.	61,25	*id.*	Boisgiraud.
id.	1833, 19 août.	58,75	*id.*	*id.*
id.	1835.	59,60	*id.*	François.
id.	1835.	59,50	*id.*	Forbes.
Richard infér. .	1832, 16 sept.	49,00	cab. n° 16.	Boisgiraud.
id.	1833, 19 août.	39,80	au robinet.	*id.*
id.	1835.	44,20	à la source.	François.
Blanche. . . .	1832, 16 sept.	34,74	*id.*	Boisgiraud.
id.	1833, 19 août.	38,75	*id.*	*id.*
id.	1832, 26 sept.	22,65	*id.*	*id.*
Ferras ancienne.	1832, 16 sept.	33,00	à la buvette	*id.*
id.	1833, 19 août.	37,50	au réservoir	*id.*
id.	1835.	32,00	à la source.	François.
Source aux yeux	1832, 16 sept.	45,50	*id.*	Boisgiraud.
id.	1833, 19 août.	46,30	*id.*	*id.*
id.	1835.	47,00	*id.*	François.

Il ressort de la comparaison des expériences mentionnées dans ce tableau qu'avant 1836, les eaux de Bagnères-de-Luchon, mal captées et mal aménagées, étaient accessibles à l'influence des eaux pluviales. Ainsi, la température de la source de la Reine avait varié de près de 7°; celle de la source Richard inférieure de 9°,20; celle de la source Blanche, de 12°,10. On avait d'ailleurs remarqué que l'abaissement de température de ces sources coïncidait avec l'apparition de pluies ou de fontes de neige abondantes.

A partir de 1841, les sources définitivement captées et mises à l'abri des eaux d'infiltration ont été observées par MM. Fontan, François et Gintrac. Je les ai examinées moi-même avec un grand soin, et à plusieurs reprises, depuis le mois de juillet 1849 jusques en avril 1853 : je ferai connaître bientôt les résultats de mes observations.

Je vais rapporter d'abord les expériences de MM. Fontan, François et Gintrac :

NOMS des SOURCES.	DATES des EXPÉRIENCES.	Température.	LIEU des observations.	NOMS des AUTEURS.
Reine.	1841, 15 mars.	59,60	à la source.	François (1).
id.	1841.	57,70	*id.*	Gintrac (2).
id.	1841.	57,20	*id.*	Fontan (3).
Bayen.	1841.	66,50	*id.*	*id.*
id.	1841.	66,20	*id.*	François.
id.	1841.	67,10	*id.*	Gintrac.
Blanche. . . .	1841.	38,00	*id.*	François.
id.	1841.	36,00	*id.*	Fontan.

Ici les variations sont moindres; cependant, nous voyons qu'elles s'élèvent encore jusques à 2° entiers.

J'arrive maintenant à l'exposé de mes expériences.

Une série fort longue d'observations, faites avec un soin minutieux, m'a laissé convaincu que la tem-

(1) *Mémoire sur les travaux de recherche d'aménagement de Bagnères-de-Luchon.*

(2) *Observations sur les principales eaux sulfureuses des Pyrénées.* 1841.

(3) *Comptes-rendus de l'Institut.* 1841.

pérature des sources les mieux aménagées, les plus indépendantes des eaux d'infiltration, n'est pas absolument invariable. Les eaux de Bagnères-de-Luchon, considérées par rapport aux variations de température qu'elles éprouvent, peuvent se diviser en deux groupes :

Celles du premier groupe n'éprouvent aucun changement appréciable à l'époque des grandes fontes de neige ou lorsque le niveau des eaux froides s'élève plus que de coutume dans les galeries. Les différences qu'on remarque, quand on les observe à plusieurs reprises et dans diverses saisons, dépassent rarement quelques dixièmes de degré.

La température des sources du deuxième groupe est plus variable, et les changements qu'elles éprouvent se lient d'une manière évidente à l'élévation ou à l'abaissement du niveau des eaux froides dans les galeries.

Les sources Bayen et la Reine appartiennent au premier groupe ; Ferras et la Blanche appartiennent au deuxième.

En même temps que la température des sources du deuxième groupe éprouve des variations, leur volume change d'une manière appréciable. C'est ce que j'ai pu observer en février 1850, à la suite d'une fonte de neige très-abondante qui avait considérablement augmenté le volume des eaux froides qui circulent autour des eaux minérales. La source de la Grotte supérieure avait subi un léger abaissement de température, et son volume avait considé-

rablement augmenté. Les sources Ferras et d'Etigny étaient aussi devenues plus abondantes et moins chaudes.

Cette augmentation de volume n'est pas toujours la conséquence du mélange des eaux d'infiltration avec l'eau minérale ; ce qui le prouve, c'est que certaines sources deviennent plus abondantes sans subir un abaissement sensible de température ou de sulfuration ; il y a mieux, la diminution de volume est quelquefois suivie d'un abaissement de température et d'un appauvrissement de l'eau minérale. C'est ainsi qu'en février 1848, j'ai vu la source Blanche augmenter considérablement de volume, sans changer de température ni de degré sulfhydrométrique, et que j'ai pu constater que la source de l'Enceinte, qui subit d'une manière bien marquée l'influence des eaux froides qui l'environnent, devient moins chaude, moins abondante et moins sulfureuse quand on abaisse le niveau de l'eau froide qui circule dans les galeries souterraines. M. François a pu, en élevant ou abaissant le niveau de l'eau froide dans un petit canal qu'il a fait disposer à peu de distance des griffons sulfureux, modifier à volonté la température et la sulfuration de plusieurs sources. Le niveau de l'eau froide est-il très-bas, la source de l'Enceinte diminue à tel point, qu'elle a presque disparu ; sa température et son degré de sulfuration diminuent en même temps. Relève-t-on, au contraire, le niveau de l'eau froide, le volume, la température et la richesse de l'eau augmentent

jusques à une limite, passé laquelle l'eau froide, dont le niveau se trouve trop élevé, se mêle avec l'eau minérale. Ces observations fort curieuses appartiennent à M. François, qui en a tiré le plus grand parti pour l'aménagement des eaux d'Ussat et de Luchon. Si l'on se rappelle ce que j'ai dit à propos des variations de température qu'éprouvent à certaines époques les eaux de Brig-Baden, on verra que M. François, dans son ingénieux système, n'a fait qu'imiter la nature.

Je crois devoir placer ici une remarque importante, que ceux qui prennent des observations de température ne doivent jamais perdre de vue, c'est qu'il arrive souvent que ce qu'on nomme un griffon d'eau sulfureuse se compose de plusieurs filets d'eau chaude, dont chacun jaillit à travers une fente particulière. Ces filets, dont l'ensemble constitue une source unique, ont chacun leur température propre; de telle sorte que deux observateurs, plongeant l'un après l'autre leur thermomètre dans l'eau de ces sources, constateront des températures différentes, s'ils n'ont pas placé leur instrument dans la même fissure. Ainsi, en promenant un thermomètre dans les divers points de la source Bayen, on obtient à volonté 64, 67,10 et 68°.

La source de la Reine est fournie par plusieurs griffons distincts, dont les températures varient de 55 à 61°. Si l'on prend la température alors que ces diverses eaux sont bien mélangées, on la trouve presque invariable.

Les griffons de la source Azémar marquent de 53 à 56°,10; ceux de Richard supérieure, de 48 à53°,75.

Il faudra donc à l'avenir, si l'on veut que les observations puissent être discutées et comparées, que les chimistes, qui examinent une source à son griffon, en explorent avec soin tous les points et s'attachent à constater les températures maximum et minimum. On pourra savoir ainsi jusqu'à quel point ces températures sont invariables. Il faudra aussi observer la température de l'eau, lorsque les divers filets, qui constituent chaque source, auront été entièrement mélangés.

Il serait avantageux qu'il y eût dans chaque établissement thermal, et pour chaque source, un lieu d'observations déterminé et invariable.

Je joins ici un tableau comprenant les observations de température que j'ai faites jusqu'à ce jour; les chiffres qui s'y trouvent représentent la température maximum de chaque source. Je me suis servi de deux thermomètres centigrades, à mercure, gradués sur tige; les cinquièmes de degré étaient marqués sur chacun de mes instruments, et les dixièmes étaient facilement appréciables. Ces deux thermomètres marchaient d'accord; leurs points extrêmes étaient vérifiés de temps à autre.

Quand on jette un coup-d'œil sur l'ensemble de ces observations, on voit immédiatement que la température des sources de Bagnères-de-Luchon était très-variable avant 1841. La source de la Reine a varié de 43°,60 à 50°,45; celle de la Grotte supérieure de

58°,75 à 61°,25 ; la Blanche, de 22 à 38° ; Ferras ancienne, de 32 à 37°, etc.

A partir de 1841, les mêmes sources, mieux captées et mieux aménagées, n'ont plus éprouvé que des variations beaucoup moindres ; la Reine a varié de 57°,20 à 59°,50 ; la Blanche de 36 à 38°.

De 1849 à 1852, les variations sont encore moindres et se trouvent du même ordre que celles qui résultent de la comparaison des expériences de Carrère et d'Anglada, sur les eaux des Pyrénées-Orientales. Ainsi, la Reine a varié de 57°,80 à 58°,20 ; la Grotte supérieure de 57°,50 à 59°,50 ; la source Blanche a varié de 46 à 47°,40. Les changements les plus remarquables sont ceux qu'a éprouvés la source de l'Enceinte ; j'ai dit plus haut quelle en était la raison. Je crois avoir remarqué que les sources les plus chaudes sont celles qui éprouvent le moins de variations ; c'est ainsi que la source Bayen a oscillé, dans l'espace de trois ans, entre 67°,25 et 68°,10.

Les nouveaux travaux ont donc placé les sources de Luchon dans des conditions meilleures que celles où elles se trouvaient anciennement.

Mes expériences sur les eaux de Luchon prouvent incontestablement que la température des principales sources de cette localité a éprouvé, de 1849 à 1853, de légères variations, tantôt en plus, tantôt en moins, et qu'elle ne s'est pas montrée absolument invariable. Ici toutes les déterminations ayant été faites par le même observateur, aux mêmes

Recherches sur l'influence du carbonate ou silicate de soude sur le degré sulfhydrométrique.

DATES des EXPÉRIENCES.	NOMS DES SOURCES.	Température de l'eau au moment de l'essai.	DEGRÉ sulfhydrométrique	Température au moment de l'essai avec le chlorure de baryum	DEGRÉ sulfhydrométrique après l'action du chlorure de baryum 5 m. de contact	Température de l'eau non mélangée après 5 minutes de refroidissement	DEGRÉ sulfhydrométrique de l'eau pure, après 5 minutes de refroidissement	PERTE REELLE
3 septembre 1849.	Enceinte.	40,00	0 gr. 1710	»	0 gr. 1670	»	»	»
—	Ferras supérieure n° 1. . .	38,00	0 0800	»	0 0800	»	»	»
—	*id.*	20,00	0 0800	»	0 0760	»	»	0 gr. 0040
—	Ferras supérieure n° 2. . .	32,00	0 0260	»	0 0230	»	»	»
—	*id.*	20,00	0 0260	»	0 0220	»	»	0 0040
10 —	Reine.	57,80	0 1690	»	0 1690	»	»	»
—	*id.*	20,00	0 1690	»	0 1690	»	»	»
—	Bayen.	68,00	0 2300	»	»	»	»	»
—	*id*	20,00	0 2200	»	0 2180	»	»	0 0020
12 —	Reine.	57,80	0 1700	»	»	»	»	»
—	*id.*	20,00	0 1680	»	0 1680	»	»	»
—	Bayen.	68,00	0 2350	»	»	»	»	»
—	*id.*	20,00	0 2200	»	0 2200	»	»	»
—	Grotte supérieure.	58,00	0 1600	»	0 1580	»	»	»
13 —	*id.*	58,00	0 1550	»	»	»	»	»
—	*id.*	20,00	0 1450	»	0 1450	»	»	»
—	Richard supérieure.	51,00	0 1480	»	»	»	»	»
—	*id.*	20,00	0 1450	»	0 1430	»	»	0 0020
—	Azémar.	53,20	0 1570	»	»	»	»	»
—	*id.*	20,00	0 1570	»	0 1550	»	»	0 0020
—	Enceinte.	40,00	0 1530	»	0 1520	»	»	0 0010
17 décembre 1850.	Bayen.	68,00	0 2450	»	0 2440	»	»	»
—	Reine.	57,90	0 1780	»	0 1740	»	»	»
22 —	*id.*	57,95	0 1810	52,50	0 1730	52,00	0 gr. 1770	0 0040
23 —	Bordeu n° 3.	49,20	0 2090	47,00	0 2080	44,00	0 2090	0 0010
24 —	Bayen.	67,20	0 2550	60,10	0 2480	60,20	0 2480	»
—	Reine.	57,95	0 1780	52,00	0 1700	52,00	0 1730	0 0030
—	Étigny n° 1.	43,80	0 1350	40,30	0 1330	40,30	0 1335	0 0005
—	Ferras supérieure n° 2. . .	29,10	0 0090	»	0 0090	»	»	»
4 janvier 1851.	Reine.	57,80	0 1810	50,90	0 1720	»	»	»
5 —	*id.*	58,20	0 1820	51,80	0 1720	51,60	0 1750	0 0030
—	Grotte supérieure.	57,50	0 1410	50,50	0 1300	»	»	»
6 —	Étigny n° 1.	44,50	0 1380	40,80	0 1360	40,10	0 1361	0 0001
—	Blanche.	45,20	0 1045	39,50	0 1020	»	»	»
10 —	Reine.	58,10	0 1810	51,10	0 1710	51,20	0 1760	0 0050
—	Ferras ancienne.	28,30	0 0075	26,30	0 0070	26,20	0 0075	0 0005
16 —	Bayen.	67,30	0 2500	59,60	0 2425	60,10	0 2450	0 0025
—	Reine.	57,95	0 1810	59,90	0 1640	52,30	0 1685	0 0045
17 —	*id.*	58,00	0 1775	52,50	0 1685	53,10	0 1725	0 0040
—	Bordeu n° 1.	50,00	0 2025	48,70	0 1975	49,00	0 2200	0 0025
23 janvier 1851.	Bayen.	67,00	0 2525	»	0 2435	»	0 2440	0 0005
—	Reine.	57,95	0 1810	53,50	0 1700	53,70	0 1750	0 0050
26 —	Bayen.	67,20	0 2555	59,80	0 2500	60,20	0 2500	»
—	Reine.	58,00	0 1853	53,00	0 1743	53,50	0 1770	0 0027
29 —	Bayen.	67,20	0 2565	60,20	0 2480	60,50	0 2480	»
—	Reine.	58,00	0 1860	53,00	0 1745	53,45	0 1780	0 0035
31 —	Bayen.	67,20	0 2520	54,60	0 2430	»	0 2515	0 0085
—	Reine.	58,00	0 1830	49,20	0 1755	49,50	0 1785	0 0030
1er février 1851.	Bayen.	67,10	0 2525	56,90	0 2435	57,30	0 2465	0 0030
—	Reine.	57,90	0 1815	50,50	0 1710	48,20	0 1785	0 0075
— le soir.	Bayen.	67,00	0 2520	55,60	0 2445	56,10	0 2465	0 0020
— —	Reine.	57,90	0 1815	47,00	0 1725	47,70	0 1765	0 0040
2 —	Bayen.	67,00	0 2525	57,50	0 2495	58,00	0 2515	0 0015
—	Reine.	57,90	0 1840	49,50	0 1755	50,10	0 1805	0 0050
— le soir.	Bayen.	67,00	0 2510	56,80	0 2480	57,50	0 2495	0 0015
— —	Reine.	57,90	0 1825	49,30	0 1740	50,00	0 1785	0 0045
8 —	Bayen.	67,20	0 2615	56,40	0 2545	57,00	0 2560	0 0015
—	Reine.	58,00	0 1875	50,00	0 1795	50,80	0 1815	0 0020
9 —	Bayen.	67,00	0 2490	56,00	0 2405	56,70	0 2430	0 0025
—	Reine.	58,00	0 1825	49,30	0 1725	50,40	0 1775	0 0050
— le soir.	Bayen.	67,00	0 2555	57,40	0 2460	57,90	0 2475	0 0015
— —	Reine.	58,00	0 1830	50,10	0 1735	50,90	0 1775	0 0040
10 —	Bayen.	67,10	0 2555	56,50	0 2480	57,30	0 2505	0 0025
—	Reine.	58,00	0 1825	49,50	0 1725	50,30	0 1765	0 0040
11 — 6 heures du matin	Bayen.	67,10	0 2595	55,20	0 2490	55,90	0 2500	0 0010
—	Reine.	58,00	0 1850	48,90	0 1760	49,30	0 1795	0 0035
— 9 heures du matin	Bayen.	67,10	0 2610	56,80	0 2500	57,50	0 2505	0 0005
—	Reine.	58,00	0 1865	50,10	0 1775	50,60	0 1800	0 0005
— le soir.	Bayen.	67,00	0 2585	56,30	0 2540	57,00	0 2555	0 0015
—	Reine.	58,00	0 1865	49,60	0 1750	50,30	0 1790	0 0040
14 —	Bayen.	67,10	0 2585	56,50	0 2490	57,30	0 2490	»
—	Reine.	58,00	0 1880	50,50	0 1775	51,00	0 1755	»
16 —	Bayen.	67,20	0 2610	57,00	0 2445	57,50	0 2545	»
—	Reine.	58,00	0 1925	48,60	0 1805	49,30	0 1830	0 0025

points de chaque source, avec les mêmes instruments, et ces instruments ayant été vérifiés avec soin à plusieurs reprises, le doute n'est pas possible. Ce qui prouve d'ailleurs qu'on ne peut pas attribuer ces différences à des changements qui seraient survenus dans l'état des thermomètres, c'est que, comme je l'indiquais tout-à-l'heure, elles ont lieu tantôt en plus, tantôt en moins, et non pas toujours dans le même sens. Ainsi j'ai trouvé, en 1852, pour la température de la source la Reine, exactement le même degré que celui que M. Fontan avait trouvé en 1841; c'est-à-dire onze ans auparavant. Je suis très-porté à penser qu'en étudiant de la même manière d'autres eaux thermales, on obtiendra des résultats analogues.

Quand je plongeais mon thermomètre dans l'eau de la source Ferras inférieure n° 1, à son griffon, je ne pouvais jamais voir la colonne mercurielle se fixer; elle oscillait continuellement entre 37,75 et 38. L'eau minérale elle-même montait dans le tube de captage avec une force évidemment variable; on eût dit que la colonne d'eau était refoulée par le piston d'une pompe, dont les mouvements se seraient fait sentir à des intervalles réguliers.

Dans un voyage que j'ai récemment exécuté à Ax (Ariége), j'ai fait des observations analogues sur la source du Rossignol inférieur; la température de cette source oscillait entre 76,10 et 76,20.

Le tableau ci-contre renferme les résultats de mes observations.

DE L'ÉTAT DE LA SOUDE DANS LES EAUX SULFUREUSES DES PYRÉNÉES.

On a considéré jusqu'à ce jour, et plusieurs chimistes considèrent encore les eaux sulfureuses des Pyrénées comme étant à la fois alcalines et sulfureuses; on a même attribué l'onctuosité particulière qu'elles communiquent à la peau à l'existence du carbonate ou du silicate de soude. Longchamps est allé plus loin et a soutenu que ces eaux contenaient de la soude caustique; il m'a paru important de rechercher ce qu'il y avait de fondé dans ces diverses manières de voir.

Des essais nombreux que j'ai faits, non-seulement sur les eaux de Bagnères-de-Luchon, mais aussi sur celles de Cauterets, Barèges, Saint-Sauveur, Ax et Bonnes, m'ont porté à penser que ces eaux contiennent beaucoup moins de carbonate et de silicate de soude qu'on ne croit généralement, et que si, dans beaucoup de cas, elles agissent sur les malades à la façon des eaux alcalines, cela dépend surtout de ce que le sulfure de sodium qu'elles renferment est un composé dont la réaction alcaline est très-marquée, et bien autrement forte que celle du carbonate ou du silicate de soude. J'établis d'ailleurs une distinction tranchée entre l'eau prise à son griffon, et considérée dans son plus grand état de pureté, et l'eau considérée sur les lieux d'emploi, où elle n'arrive ordinairement qu'après avoir subi

l'action plus ou moins prolongée de l'air qui modifie considérablement la nature des éléments qu'elle renferme. Cette distinction n'avait pas échappé à Anglada, qui avait fort bien vu que les eaux sulfureuses, altérées par leur exposition à l'air, deviennent de plus en plus riches en carbonate de soude.

Pour traiter d'une manière convenable la question qui nous occupe, nous devons nécessairement opérer sur l'eau prise à son point d'émergence, et choisir autant que possible, pour nos essais, des sources captées dans la roche en place et mises à l'abri des influences extérieures. Toute recherche faite dans d'autres conditions fournira des résultats qui ne pourraient jeter aucun jour sur la difficulté que nous voulons résoudre.

Quand on examine comparativement les eaux sulfureuses des divers établissements thermaux des Pyrénées, on remarque qu'elles diffèrent entre elles sous plusieurs rapports. Ainsi les unes s'altèrent plus rapidement que les autres, quand on les expose au contact de l'air ; les unes sont susceptibles de blanchir et de laisser déposer du soufre, tandis qu'il n'en est pas de même des autres : l'odeur, la saveur et une foule d'autres caractères indiquent des différences très-perceptibles. Si l'on jette un coup-d'œil sur les analyses des eaux sulfureuses des Pyrénées qui ont été publiées jusqu'à ce jour, on verra que presque tous les chimistes considèrent ces eaux comme contenant, à côté du sulfure de sodium,

une quantité notable de carbonate ou de silicate de soude. Mes expériences me conduisent à admettre, pour celles de Luchon, une composition chimique différente. Ici, en effet, il n'existe, d'après moi, que des traces de carbonate et de silicate de soude; et, tandis qu'Anglada considérait les eaux de cette localité comme les plus alcalines de la chaîne, je regarde au contraire les anciences sources de Luchon comme celles qui renferment le moins de sels à réaction alcaline.

Il y a, selon moi, dans les Pyrénées, des eaux sulfureuses de deux sortes : les unes contiennent, à côté du sulfure de sodium, une proportion facilement appréciable de carbonate et de silicate de soude; les autres, au contraire, n'en renferment que des traces. Celles de Labassère, par exemple, sont dans le premier cas; les anciennes sources de Bagnères-de-Luchon sont dans le second.

On pense bien qu'étant en désaccord sur un point aussi capital avec presque tous mes devanciers, j'ai dû multiplier les expériences, faire varier les procédés analytiques auxquels j'avais recours, et ne rien négliger pour acquérir une certitude parfaite. Je vais rapporter avec détail les essais nombreux que j'ai faits à ce sujet.

J'ai préparé trois litres d'eau sulfureuse artificielle avec de l'eau distillée et du sulfure de sodium pur; j'ai analysé l'un de ces trois litres à l'aide du sulfhydromètre : il absorbait 0 gr. 250 d'iode. J'ai ajouté dans chacun des deux autres

litres 0 gr. 100 de carbonate de soude; j'ai analysé ce nouveau mélange au moyen du sulfhydromètre : un litre absorbait 0 gr. 280 d'iode. J'ai versé alors, dans le litre qui me restait, une solution de chlorure de barium : il s'y est produit un précipité blanc; la liqueur, analysée sur-le-champ à l'aide du sulfhydromètre, n'absorbait plus que 0 gr. 250 d'iode.

Il restait à savoir si le chlorure de barium se comporterait de la même manière avec le silicate alcalin; pour cela, j'ai préparé du verre soluble, à base de soude, par le procédé de Fuchs, et j'en ai fait une solution titrée qui m'a servi pour les essais que je vais rapporter.

Une solution de sulfure neutre de sodium a été mêlée avec 0 gr. 05 de silicate de soude : elle absorbait, avant cette addition, 0 gr. 250 d'iode; le mélange absorbait 0 gr. 270. Traité par un excès de chlorure de barium, il n'absorbait plus que 0 gr. 250.

J'ai fait des essais analogues sur des eaux artificielles préparées avec du sulfhydrate de sulfure de sodium, et j'ai obtenu des résultats du même genre que les précédents. Il semble donc que l'emploi du chlorure de barium, combiné avec celui du sulfhydromètre, peut nous conduire à déterminer en peu de temps si les eaux dont nous cherchons la composition renferment, à côté du sulfure de sodium, une quantité suffisante de sels à réaction alcaline, pour qu'on puisse raisonnablement attribuer à l'in-

fluence de ces sels une partie assez considérable de l'efficacité de ces eaux.

Ces essais démontrent : 1° que lorsqu'une eau sulfureuse contient du carbonate ou du silicate de soude, le degré sulfhydrométrique, pris à la manière ordinaire, peut conduire à des résultats erronés ; 2° que le chlorure de barium, en décomposant le carbonate de soude, produit du carbonate de baryte sur lequel l'iode n'agit pas sensiblement, et qu'on peut, à l'aide de son emploi, se mettre à l'abri de toute erreur.

Lorsque la dose des sels à réaction alcaline est inférieure à 3 ou 4 centigrammes par litre, le chlorure de barium ne l'accuse plus avec la même fidélité, et on n'observe de différences entre le degré sulfhydrométrique, pris avec ou sans chlorure, qu'autant qu'on emploie une liqueur normale beaucoup plus faible que la liqueur ordinaire.

Dupasquier savait parfaitement que, lorsqu'une eau est en même temps alcaline et sulfureuse, les sels alcalins (carbonate ou silicate de soude), prenant de l'iode pour leur compte, peuvent induire à erreur; aussi avait-il proposé, dans ce cas, de saturer les sels alcalins par un peu d'acide acétique. Mais il est évident qu'il n'est pas possible d'arriver ainsi à un résultat exact, parce que le sulfure étant alcalin comme les sels que l'on cherche à neutraliser, on ne peut pas saisir le moment où la neutralisation de ces derniers est complète, si elle a lieu avant celle du sulfure. Or, je me suis assuré que, lors-

qu'on verse de l'acide acétique dans une eau minérale sulfureuse et alcaline, le sulfure de sodium est décomposé en même temps que le carbonate ou le silicate de soude. Cette méthode est donc impraticable, et l'emploi du chlorure de barium vaut beaucoup mieux.

Si l'on fait dissoudre 0 gr. 100 de carbonate de soude anhydre dans un litre d'eau, qu'on y verse de l'amidon et qu'on y ajoute ensuite de la teinture d'iode, on trouvera que l'eau ainsi préparée absorbe environ 0 gr. 007 d'iode. On pourrait croire, d'après cela, que si l'on mêle cette quantité de carbonate de soude avec une eau sulfureuse dont le degré sulfhydrométrique est connu, on pourra prévoir le nouveau titre de l'eau sulfureuse alcaline; mais il n'en est pas ainsi, le nouveau titre est bien supérieur à celui qui résulte de l'addition des deux titres isolés, et la quantité de carbonate de soude, qui, lorsqu'elle était seule, n'absorbait que 0 gr. 007 d'iode, en absorbe 0 gr. 030 lorsqu'elle est mêlée avec un sulfure alcalin; il en est de même quand on substitue le silicate de soude au carbonate.

L'erreur que peut faire commettre la présence de ces sels dans une eau sulfureuse est donc plus grande qu'on ne l'aurait prévu.

Quoi qu'il en soit, il est naturel d'admettre que, puisque le chlorure de barium permet de neutraliser l'action que le carbonate de soude eût exercée sur la teinture d'iode, on pourra, en répétant sur

les eaux naturelles les expériences que j'ai faites sur les eaux artificielles dont je viens de parler, reconnaître si elles contiennent une quantité sensible de carbonate de soude.

Le tableau ci-contre résume les expériences que j'ai faites dans ce but, et montre que les eaux de Bagnères-de-Luchon (prises au griffon) se comportent comme si elles ne renfermaient que des traces de sels à réaction alcaline.

Les expériences que je vais rapporter mettent ce fait en évidence. J'ai préparé une solution titrée d'acide sulfurique, dont chaque centimètre cube exigeait, pour être saturé, 0 gr. 010 de carbonate de soude pur et fondu; et j'ai mesuré, à l'aide de cette liqueur, l'alcalinité des principales sources des Pyrénées, en conduisant l'opération comme s'il se fût agi d'un essai alcalimétrique ordinaire. La burette dont je me servais pour verser l'acide dans l'eau sulfureuse étant graduée par dixièmes de centimètre cube, chaque division de liqueur acide représentait 0 gr. 001 de carbonate de soude.

La quantité de liqueur acide, nécessaire pour amener l'eau minérale, colorée en bleu par la teinture de tournesol, à prendre la couleur rouge pelure d'ognon, a servi à saturer : 1° le sulfure de sodium, 2° les carbonates et silicates à base alcaline ou terreuse. Un essai sulfhydrométrique, exécuté avec des précautions convenables, m'ayant fait connaître la quantité de sulfure de sodium, j'ai pu calculer le poids de carbonate ou de silicate de soude qui lui

OBSERVATIONS DE TEMPÉRATURE.

DATES des EXPÉRIENCES.	Température extérieure.	NOMS DES SOURCES. Bayen.	Reine.	Azemar.	Richard supérieure.	Grotte supérieure.	Blanche.	Ferras ancienne.	Ferras nouvelle.	Eligny n° 1.	Lachapelle.	Enceinte.	OBSERVATIONS.
1er août 1849 . . .	»	65,20	57,80	»	»	»	»	»	»	«	»	»	Les températures observées du 1er août 1849 au 6 septembre de la même année n'indiquent pas le maximum; elles ont été prises à une époque où j'ignorais que chacun des filets qui constitue les sources a une température particulière.
1er septembre 1849	»	66,00	57,80	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
2 —	»	65,50	57,80	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
3 —	21,00	65,40	57,80	51,80	47,60	58,60	»	32,20	38,40	»	»	40,90	
4 —	19,00	66,00	57,80	51,60	47,60	58,60	»	»	»	»	»	»	
5 —	»	65,40	57,80	51,80	47,80	58,10	»	32,00	38,30	»	»	»	
6 —	»	68,00	57,80	51,70	47,60	58,60	»	»	»	»	»	»	
10 —	17,00	67,90	57,80	52,60	»	58,00	»	»	»	»	»	»	
12 —	18,50	68,00	57,80	53,00	48,30	58,50	46,00	»	»	»	»	»	
13 —	15,50	67,90	57,80	53,00	49,80	59,00	46,00	32,00	38,50	»	»	40,00	
14 —	16,00	67,80	57,80	53,20	49,00	58,90	»	32,00	38,20	»	»	39,00	
16 —	18,50	67,80	57,80	53,50	49,00	»	»	»	»	»	»	»	
18 —	19,00	68,00	57,80	53,50	50,00	»	»	32,00	38,20	»	»	40,00	
19 —	»	68,10	57,80	53,60	51,00	58,80	»	32,10	38,20	»	»	39,00	
20 —	18,00	68,10	57,80	53,60	51,00	59,00	»	»	»	»	»	39,00	
26 —	»	»	57,80	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
27 —	»	»	57,80	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
28 —	»	»	57,80	53,20	»	»	»	»	»	»	»	»	
26 octobre 1849. . .	20,00	68,00	57,80	53,60	50,60	59,40	»	33,80	39,80	»	»	40,00	
27 —	17,00	67,60	57,80	53,60	50,50	59,00	46,80	33,80	39,50	»	»	»	
28 —	»	68,10	57,80	»	51,00	59,10	46,80	34,00	40,00	»	»	37,00	
2 novembre 1849. .	16,00	»	57,80	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
5 —	»	68,00	57,80	»	»	»	48,60	»	»	»	»	»	
6 —	14,00	68,00	57,80	»	49,80	58,60	»	»	»	»	»	»	
7 —	14,00	»	57,80	53,40	49,80	»	49,00	37,00	41,30	»	»	»	
9 —	12,00	68,00	57,80	53,40	50,50	58,70	49,00	36,80	41,80	»	»	37,00	
10 —	14,00	68,00	57,80	»	50,50	58,80	47,40	35,80	41,00	»	»	»	
12 —	14,00	»	57,80	53,40	»	»	47,00	35,40	40,60	»	»	36,60	
13 —	14,00	»	57,80	51,20	51,20	58,80	46,50	34,50	39,90	»	»	37,30	
14 —	5,00	»	58,00	51,50	51,50	»	»	»	»	»	»	»	
13 décembre 1849. .	7,85	»	57,90	»	»	58,05	»	35,10	36,30	»	»	»	
25 —	3,60	»	58,10	»	»	58,15	»	32,50	»	»	»	»	
26 —	5,70	»	58,10	»	»	58,45	»	32,80	»	»	»	»	
30 —	0,20	»	58,10	»	»	57,85	»	32,20	»	48,00	»	»	
31 —	2,15	»	58,10	»	»	58,50	»	»	»	»	»	»	
5 janvier 1850. . .	2,00	»	58,20	»	»	58,50	»	»	»	»	»	»	
6 —	2,55	»	58,10	»	»	58,00	»	»	»	»	»	»	Le 8 janvier, on déprime fortement le sol des galeries du sud.
13 —	»	»	58,00	»	»	57,85	»	»	»	»	»	»	
14 —	4,70	»	58,10	»	»	58,10	»	37,40	42,20	47,95	»	»	
15 —	5,60	»	»	53,90	»	»	»	»	»	»	»	»	Le 15, on capte la grotte inférieure. Le 16, on rétablit le niveau de l'eau froide qui avait été déprimé depuis plusieurs jours.
19 —	5,40	»	58,00	53,05	»	»	»	»	»	»	»	»	
20 —	3,10	»	»	»	»	»	»	36,20	41,20	48,30	»	»	
22 —	6,25	»	57,90	»	»	59,20	»	35,10	40,60	48,90	»	»	
23 —	2,90	»	57,90	»	»	59,10	»	35,50	40,70	49,30	»	»	
24 —	4,10	»	57,80	»	»	59,10	»	35,50	40,70	49,30	»	»	
25 —	4,20	»	57,80	»	»	59,00	»	35,40	40,65	49,00	»	»	On relève la source Lachapelle, et on abaisse le niveau de la Froide de 15 millimètres.
26 —	4,80	»	»	»	»	»	»	35,40	40,65	48,90	»	»	
27 —	3,10	»	57,80	53,45	»	58,80	»	35,10	40,60	»	»	»	
29 —	»	»	»	»	»	»	»	34,15	»	»	»	»	
30 —	»	67,80	57,80	54,40	52,10	58,00	»	35,00	40,40	»	»	»	
31 —	5,00	»	57,80	53,10	»	58,20	»	35,00	40,70	48,10	»	»	
1er février 1850. .	9,10	68,00	57,80	54,10	52,20	58,30	»	»	»	49,20	»	»	
2 —	8,00	68,10	57,80	54,40	52,50	58,20	»	34,80	40,40	»	38,95	37,10	
5 —	7,50	68,10	57,80	»	»	58,00	»	»	»	»	39,00	»	
8 —	10,00	»	57,80	»	»	»	»	»	»	»	39,00	38,00	
9 —	9,00	»	57,80	»	»	»	»	»	»	49,80	»	»	
10 —	8,10	»	»	»	»	»	47,00	»	»	»	»	»	Le 10 février, le niveau de la Froide est relevé; il s'élève le 11 à 45 millimètres, et le 13 à 70 millimètres au-dessus du niveau ordinaire; le volume des sources est augmenté.
11 —	7,00	»	»	»	»	»	47,10	35,30	40,50	49,00	41,00	48,80	
13 —	2,10	»	57,80	»	»	57,50	47,00	32,50	»	47,00	40,12	»	
14 —	3,50	68,10	57,80	»	»	57,80	47,00	»	»	46,50	41,00	»	
15 —	9,00	67,25	57,80	»	»	57,90	47,20	»	»	46,50	40,80	»	
17 décembre 1850. .	»	68,00	57,90	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
22 —	»	»	57,95	»	»	»	»	»	»	»(1)	»	»	(1) A la buvette.
24 —	»	67,20	57,95	»	»	»	»	29,10	»	43,80	»	»	
4 janvier 1851. . . .	»	»	57,80	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
5 —	»	»	58,20	»	»	57,50	45,20	»	»	44,50	»	»	
10 —	»	»	58,10	»	»	»	»	28,30	»	»	»	»	
16 —	»	67,30	57,95	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
17 —	»	»	58,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
23 —	»	67,60	57,95	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
29 —	»	67,20	58,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
31 —	»	67,20	58,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
1er février 1851. .	»	67,10	57,90	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
2 —	»	67,00	57,90	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
8 —	»	67,20	58,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
9 —	»	67,00	58,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
10 —	»	67,10	58,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
11 —	»	67,10	58,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
14 —	»	67,10	58,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
16 —	»	67,20	58,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
17 —	»	67,10	58,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
18 —	»	67,10	58,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	
5 septembre 1852. .	19,50	»	»	»	»	»	»	31,00	37,00	»	49,00	»	
12 —	18,90	»	»	»	»	»	»	»	36,80	»	»	»	
18 —	18,50	68,00	57,20	53,80	51,40	58,20	46,30	»	»	»	»	»	
15 avril 1853. . . .	14,70	68,10	57,20	53,50	51,10	58,50	46,70	31,60	»	»	49,30	»	

correspondait, et la retrancher de celle qui était indiquée par le degré alcalimétrique brut. Voici les résultats :

Un litre d'eau de la source la Reine (à Bagnères-de-Luchon) exige, pour être saturé, 107 divisions d'acide normal, qui équivalent à 0 gr. 1070 de carbonate de soude.

Un litre de la même eau contenait, le jour où j'ai fait cet essai, 0 gr. 0550 de sulfure de sodium. Il est aisé, d'après cela, de calculer quelle est la proportion de liqueur acide qui a servi à décomposer le sulfure, et quelle est celle qui a servi à saturer les carbonates ou silicates. En effet,

$$\underset{\text{Un équivalent de sulfure de sodium.}}{487} : \underset{\text{Un équivalent de carbonate de soude.}}{662} :: 0 \text{ gr. } 0550 : x = 0 \text{ gr. } 0747.$$

il faut donc retrancher de 0 gr. 1070 de carbonate de soude 0 gr. 0747 qui sont l'équivalent du sulfure ; il reste alors 0 gr. 0323 de carbonate de soude, pour représenter l'alcalinité de l'eau de la Reine : c'est-à-dire que la quantité de silicates ou carbonates de soude, chaux, magnésie et alumine, qui existe dans un litre de cette eau est l'équivalent de 0 gr. 0323 de carbonate de soude pur et fondu.

Nous verrons, plus tard, qu'un litre d'eau de la Reine renferme une quantité de silicates de chaux, magnésie ou alumine, telle que, si l'on déduit de la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour saturer un litre d'eau sulfureuse, ce qui revient à ces sels et ce qui revient au sulfure, il ne reste presque

rien pour représenter le silicate ou le carbonate de soude.

Un litre d'eau de la source du Pré n° 1 exige, pour être saturé, 140 divisions d'acide normal, qui représentent 0 gr. 1400 de carbonate alcalin. Un litre de cette même eau contenait, le jour où j'ai fait cette expérience, 0 gr. 0780 de sulfure de sodium, qui correspondent à 0 gr. 1060 de carbonate de soude; si nous déduisons 0 gr. 1060 de 0 gr. 1400, il reste 0 gr. 0340 pour représenter l'alcalinité de l'eau.

Un litre d'eau de la source du Tambour, à Baréges, absorbe 144 divisions d'acide sulfurique qui représentent 0 gr. 1440 de carbonate de soude; d'autre part, un litre de la même eau renferme 0 gr. 0434 de sulfure de sodium qui équivalent à 0 gr. 0590 de carbonate de soude; si nous déduisons 0 gr. 0590 de 0 gr. 1440, il reste 0 gr. 0850 de carbonate de soude, c'est-à-dire une quantité au moins double de celle que nous avons trouvée dans les eaux des anciennes sources de Bagnères-de-Luchon.

Un litre d'eau de la source Vieille de Bonnes, exige, pour être saturé, 59 divisions d'acide; un litre de la même eau contient 0 gr. 0216 de sulfure de sodium qui correspondent à 0 gr. 0293 de carbonate de soude; si nous déduisons 0 gr. 0293 de 0 gr. 0590, il reste 0 gr. 0297 de carbonate de soude. L'analyse des eaux de Bonnes, par M. O. Henry, porte à 0 gr. 0048 le poids du carbonate de chaux contenu dans un litre de cette eau; le carbonate de

chaux a absorbé, pour son compte, un peu d'acide sulfurique; si nous déduisons de 0 gr. 0297 la quantité de carbonate de soude qui correspond à 0 gr. 0048 de carbonate de chaux, c'est-à-dire 0 gr. 0050, il restera 0 gr. 0247 pour le carbonate de soude.

Ainsi, les quantités de sels capables de saturer l'acide sulfurique, dont l'analyse indique l'existence dans les eaux dont je viens de parler, sont (déduction faite du sulfure de sodium) les suivantes :

Baréges.		0 gr. 0810.
Luchon. —	Reine.	0 gr. 0323.
	Pré, n° 1. . . .	0 gr. 0340.
Bonnes. —	Source Vieille. .	0 gr. 0247.

On remarquera que, dans ces dernières expériences, je me suis placé dans les conditions les plus défavorables à ma manière de voir, puisque l'action des carbonates et silicates de chaux et de magnésie a été considérée comme appartenant à du carbonate de soude. Le troisième mode d'expérimentation auquel j'ai eu recours a consisté à verser, dans une quantité déterminée d'eau sulfureuse naturelle, un excès de chlorure de barium ammoniacal. On sait que les chimistes emploient ce procédé quand ils veulent doser la totalité de l'acide carbonique, soit libre, soit combiné, qui existe dans une eau. Cette manière d'opérer m'a fourni des résultats qui sont venus corroborer ceux que j'avais obtenus par les autres méthodes que j'ai signalées plus haut. C'est ainsi que le précipité fourni par

deux litres d'eau de la source Bordeu pesait 0 gr. 458; la partie de ce précipité que l'acide azotique ne dissolvait pas pesait 0 gr. 401. Il restait donc 0 gr. 057 pour le poids du carbonate de baryte, ce qui équivaut à 0 gr. 029 de carbonate de soude, ou, pour un litre, 0 gr. 014. Quoique ces expériences fussent bien concluantes, j'ai cru devoir encore les varier davantage. Pour cela, j'ai introduit, dans un matras muni de tubes convenables, de l'eau minérale sulfureuse de la source Bayen. Le matras étant plein, j'y ai introduit, à l'aide d'un tube en S, une quantité d'acide sulfurique suffisante pour que la liqueur devînt franchement acide; j'ai fait chauffer le matras de manière à porter l'eau à l'ébullition, et j'ai recueilli le gaz qui s'en est dégagé : j'ai obtenu ainsi 19 c. de gaz. Ce gaz, agité avec du sulfate de plomb, s'est réduit à 13 c.; le résidu de cette opération, étant agité avec de la potasse caustique, a été absorbé en partie; le volume de la partie absorbée était de 3,2 c. J'ai retiré ainsi d'un litre d'eau 3,2 c. d'acide carbonique, ce qui représente 0 gr. 014 de carbonate de soude.

Ces expériences sont, si je ne m'abuse, de nature à lever tous les doutes qui pourraient exister relativement à la non existence d'une quantité de carbonate ou de silicate de soude aussi grande que celle dont Anglada avait admis l'existence dans l'eau de Bagnères-de-Luchon (1).

(1) D'après Anglada, un litre d'eau de la Reine renferme-

Il est d'ailleurs facile de s'expliquer comment Anglada a pu trouver du carbonate de soude dans ces eaux, quand on se rappelle qu'à l'époque où il les a examinées, elles n'étaient pas captées comme aujourd'hui dans la roche en place, que leur volume et leur température éprouvaient à chaque instant des variations notables, et qu'elles subissaient, d'une manière évidente, l'action de l'air et des eaux d'infiltration. J'admets donc que l'eau examinée par Anglada pouvait renfermer la dose de carbonate de soude qu'il a indiquée; mais je pense que ce sel alcalin provenait, pour la majeure partie, de l'action que l'air et les eaux d'infiltration avaient exercée sur l'eau minérale.

Les résultats de l'analyse quantitative tranchent d'ailleurs, d'une manière assez décisive, cette question délicate; en effet, un litre d'eau de la source de la Reine a fourni 0 gr. 0850 de soude anhydre. Si l'on déduit de ce chiffre ce qui revient au sulfure de sodium, il reste 0 gr. 0462 de soude. Un litre de la même eau contient 0 gr. 0401 de chlore. Tous les chimistes qui ont analysé les eaux thermales sulfureuses des Pyrénées, ont admis qu'elles contenaient le chlore principalement en combinaison avec le sodium, et l'on peut donner une foule de bonnes raisons à l'appui de cette manière de voir. Or, si nous l'admettons, nous sommes conduits forcément

rait 0 gr. 140 de carbonate de soude, et un litre d'eau de la Grotte, 0 gr. 166. (Anglada, 3e Mémoire, page 309.)

à ne trouver, dans l'eau de la source la Reine, que des traces de carbonate ou de silicate de soude. En effet, 0 gr. 0401 de chlore équivalent à 0 gr. 0751 de chlorure de sodium, et représentent 0 gr. 0350 de soude, qu'il faut déduire de 0 gr. 0462 qui restent; nous n'avons plus que 0 gr. 0112 de soude; une partie de cette soude appartient à l'hyposulfite et au sulfate, dont il est facile de constater l'existence dans cette eau. Admettons pourtant que la totalité de l'excès de soude soit combinée à l'acide carbonique, et nous aurons 0 g. 0191 de ce sel, au lieu de 0 gr. 1400 qu'en admettait Anglada, c'est-à-dire sept fois moins. On remarquera que j'admets, ce qui n'est guère probable, que cette eau ne contient ni sulfate ni silicate de soude.

Si nous examinons de la même manière la composition de la source Bayen, nous arrivons à des conclusions analogues aux précédentes :

Un litre d'eau de la source Bayen contient 0 gr. 1070 de soude et 0 gr. 0777 de sulfure de sodium, qui équivalent à 0 gr. 0617 de soude; il reste donc 0 gr. 0453 de soude.

Un litre de la même eau renferme 0 gr. 0829 de chlorure de sodium, qui représentent 0 gr. 0439; il reste 0 gr. 0014 de soude, qui correspondent à 0 gr. 0024 de carbonate de soude, c'est-à-dire une quantité insignifiante.

En faisant un calcul analogue sur les autres sources, nous serions conduit à des résultats sembla-

bles aux précédents. Il est donc bien démontré que certaines eaux sulfureuses des Pyrénées ne contiennent que des traces de sels à réaction alcaline, et que, si leurs effets thérapeutiques sont analogues à ceux des eaux alcalines, cela tient principalement à ce que le sulfure de sodium est alcalin par lui-même, et aussi à ce que les eaux sulfureuses, considérées sur les lieux d'emploi, sont devenues plus riches en carbonate et en silicate de soude, par suite de la décomposition que le sulfure a éprouvée au contact prolongé de l'air. Les faits qui précèdent suffisent pour prouver que les sources sulfureuses des Pyrénées sont loin de se ressembler au point de vue de leur alcalinité. Je montrerai plus loin, dans un tableau comparatif, les différences que présentent, sous ce rapport, les principales sources de la chaîne.

J'ai raisonné jusqu'ici comme si le principe alcalin de ces eaux était du carbonate de soude : c'est en effet ce qu'admettait Anglada ; et il faut convenir que les expériences sur lesquelles il s'appuie paraissent tellement concluantes, qu'on n'a pas de peine à concevoir l'hésitation qu'ont éprouvée les chimistes, lorsque d'autres savants sont venus déclarer que les eaux sulfureuses des Pyrénées ne contenaient pas de carbonate de soude. Je dois dire avant tout qu'ayant répété avec un très-grand soin les expériences d'Anglada sur les eaux de Bagnères-de-Luchon, de Baréges et de Cauterets, j'ai obtenu des résultats si différents des siens, que je suis en

mesure d'affirmer qu'Anglada s'est trompé sur ce point, ou que la composition des eaux que je viens de citer a éprouvé des changements notables.

Longchamps considérait les eaux sulfureuses des Pyrénées comme contenant de la soude caustique : ce qui paraît bien difficile à admettre, quand on se rappelle la rapidité avec laquelle les alcalis caustiques s'emparent de l'acide carbonique de l'air, et quand on sait, à n'en pas douter, comme cela résulte des expériences d'Anglada, que les eaux sulfureuses ont rencontré de l'air dans leur cours souterrain. Mais ce qui est plus difficile à admettre, c'est l'existence simultanée dans le même liquide de la soude caustique et de l'acide silicique libre qui est indiquée par Longchamps.

Quand on considère la faible proportion d'acide carbonique, soit libre, soit combiné, dont les réactifs les plus sensibles accusent l'existence dans les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées, on ne peut pas s'empêcher de reconnaître qu'il est évident que la majeure partie des sels à réaction alcaline, qui accompagnent le sulfure de sodium dans le plus grand nombre de ces eaux, n'est pas formée par du carbonate de soude ; cependant, il est incontestable qu'on trouve dans toutes une petite quantité de ce sel ; mais l'alcalinité (abstraction faite de celle du sulfure) me paraît devoir être rapportée à la présence du silicate de soude. Mes expériences sur ce point sont complètement d'accord avec celles de M. Fontan. L'existence de la soude caustique dans

ces eaux ne me paraît pas admissible. Les quantités de carbonate de soude, que j'ai indiquées plus haut, fournissent donc seulement la mesure de l'alcalinité comparée des eaux que j'ai examinées; il serait facile de calculer la proportion de silicate qui leur correspond; on en trouvera plus loin l'indication dans le tableau relatif à l'alcalinité comparée des principales eaux sulfureuses des Pyrénées.

Longchamps se trompait évidemment, quand il disait : « Les eaux sulfureuses des Hautes-Pyrénées » ne contiennent pas vestige d'acide carbonique; » l'alcali est à l'état caustique dans les eaux de Barè- » ges, Cauterets, etc. » Les expériences de MM. Aubergier, Boullay, O. Henry, Bouis, et celles que j'ai faites moi-même, prouvent jusqu'à l'évidence que ces eaux, prises à leur griffon, renferment un peu de carbonate de soude; mais la plupart d'entre elles en contiennent infiniment peu, et l'on comprend bien qu'il ne peut pas en être autrement, si ce carbonate alcalin provient de l'action de l'air sur le sulfure de sodium; car la proportion d'oxygène contenue dans l'air étant infiniment plus considérable que celle de l'acide carbonique, on voit que tout le sulfure de sodium serait détruit par l'oxygène avant qu'il eût pu se produire une quantité notable de carbonate de soude. Les eaux sulfureuses, qui renferment des proportions un peu fortes de ce sel, doivent être considérées comme ayant été primitivement sulfureuses et alcalino-carbonatées.

L'existence du silicate de soude, dans les eaux

sulfureuses thermales, se comprend facilement, si l'on se rappelle qu'il résulte des expériences de M. Ch. Sainte-Claire-Deville, sur les roches de la soufrière de la Guadeloupe (1), que celles qui ont subi l'action des vapeurs sulfureuses qui s'échappent du sommet et des flancs du cône volcanique, ont perdu la majeure partie des bases qu'elles renfermaient; mais on voit, en comparant les analyses, que la roche altérée a aussi perdu de la silice. Ce sont donc les silicates alcalins et alcalino-terreux qui lui ont été surtout enlevés. La même chose doit probablement arriver, quand les eaux ou les vapeurs sulfureuses des Pyrénées sont en contact avec les silicates multiples qui constituent les roches qu'elles rencontrent sur leur passage. Cependant il faut convenir que cette hypothèse présente une difficulté sérieuse; car les roches, au travers desquelles viennent soudre les eaux thermales des Pyrénées, contiennent presque toutes plus de silicate de potasse que de silicate de soude; tandis que l'inverse a lieu dans les eaux sulfureuses.

Je reviendrai sur ce sujet, quand je traiterai de l'origine probable des eaux sulfureuses des Pyrénées.

Je ferai connaître les résultats de mes expériences sur l'alcalinité comparée des principales sources de cette chaîne, quand je serai arrivé à l'examen des causes qui font que des eaux également sulfureuses

(1) Comptes-Rendus de l'Institut. 1852.

jouissent cependant de propriétés thérapeutiques différentes. J'en ai dit assez, pour le moment, pour montrer que les sources thermales des Pyrénées sont loin de se ressembler, sous le rapport de leur richesse, en carbonates et silicates alcalins ou terreux.

DE LA NATURE DU PRINCIPE SULFUREUX DES EAUX THERMALES DES PYRÉNÉES.

J'ai dit, au commencement de ce travail, que les chimistes n'étaient pas parfaitement d'accord sur la nature du principe sulfureux qui minéralise les eaux des Pyrénées : je vais rappeler, en peu de mots, l'opinion de chacun d'eux; j'exposerai ensuite mes expériences et mes idées sur ce sujet.

Nous avons déjà vu que Bayen considérait les eaux de Bagnères-de-Luchon comme contenant du sulfure de sodium, et que Save, qui a contesté l'exactitude de cette manière de voir, avait essayé de démontrer que ces eaux doivent leurs principales propriétés à de l'acide sulfhydrique libre.

Poumier, sans tenir compte de l'opinion de Save, revint à la manière de voir de Bayen, et considéra l'odeur d'acide sulfhydrique exhalée par ces eaux comme étant le résultat de la décomposition des sulfures qu'elles renferment.

Longchamps admit l'existence d'un sulfure sim-

ple, peut-être mêlé d'un peu de polysulfure (sulfure hydrogéné).

Anglada, après avoir constaté que les eaux minérales des Pyrénées-Orientales étaient minéralisées par le mono-sulfure de sodium, étudia aussi celles de Bagnères-de-Luchon; et voyant qu'elles se comportaient avec les réactifs, comme celles des Pyrénées-Orientales, il admit qu'elles contenaient le même sulfure que ces dernières.

Orfila admit aussi que les eaux sulfureuses des Pyrénées devaient leurs propriétés au mono-sulfure de sodium.

Cette manière de voir était généralement adoptée, et la nature du principe sulfureux des eaux minérales des Pyrénées paraissait suffisamment établie, lorsque M. Fontan présenta une nouvelle théorie. Ce chimiste considéra, en effet, le principe sulfureux de ces eaux comme étant un sulfhydrate de sulfure (SN*a* + SH) (1).

(1) Cette manière de voir n'était pas absolument nouvelle, s'il faut en juger par le passage suivant que j'emprunte à Anglada : « Dans quelques analyses d'eaux sulfureuses, exécutées postérieurement à la publication de mon premier Mémoire sur le dégagement du gaz azote du sein de ces eaux, on a signalé, en effet, l'existence d'hydro-sulfates; mais on a également noté, comme phénomène concomittant, le dégagement d'une certaine quantité d'*acide hydro sulfurique libre;* on en a conclu, ou du moins on a laissé entendre, que c'était sous cette double forme que l'ingrédient caractéristique des eaux concourait à leur constitution (Angl., 6e Mémoire, p. 159). »

Les idées de M. Fontan furent accueillies avec faveur ; des chimistes d'un très-haut mérite les adoptèrent, et la question si controversée de la nature de l'élément sulfureux paraissait avoir reçu une solution nouvelle et définitive, lorsque MM. Boullay et Henry, chargés par l'Académie de médecine de Paris de faire un rapport sur le travail de ce chimiste, déclarèrent que les preuves que M. Fontan faisait valoir n'étaient pas suffisantes, et l'engagèrent à lever lui-même, par des expériences nouvelles, les doutes que la lecture de son travail leur avait inspirés. Quelques années plus tard, ayant examiné les eaux de Cauterets et de Barèges, MM. Boullay et Henry déclarèrent qu'ils se rangeaient à l'avis d'Anglada et considéraient les eaux sulfureuses des Pyrénées comme minéralisées par le mono-sulfure de sodium. Tel était l'état de la question au moment où j'ai été chargé, par le conseil municipal de Bagnères-de-Luchon, de faire l'analyse des eaux de cette localité ; j'ai dû, pour bien établir ma conviction, vérifier les expériences d'Anglada, celles de M. Fontan, celles de MM. Boullay et Henry, et faire moi-même tous les essais qui me paraîtraient de nature à conduire à la découverte de la vérité.

Examinons d'abord les preuves que chacun des auteurs que je viens de citer fait valoir à l'appui de son opinion. Anglada s'appuyait surtout, pour soutenir que les eaux sulfureuses des Pyrénées contiennent un simple sulfure, sur l'identité de

propriétés qu'il constatait entre des eaux artificielles préparées avec du mono-sulfure de sodium et les eaux naturelles.

Le composé sulfureux employé par Anglada, pour préparer ses eaux minérales artificielles, était celui qu'on désigne aujourd'hui sous le nom d'hydro-sulfate de soude cristallisé, et qui est considéré par les chimistes comme formé d'un équivalent de mono-sulfure de sodium uni à neuf équivalents d'eau (Boudet, Boullay, Henry). Le savant professeur de Montpellier avait eu soin d'analyser son hydro-sulfate avant de s'en servir, et il avait constaté que 0 gr. 500 de ces cristaux lui avaient donné 0 gr. 474 de sulfure d'argent, terme-moyen de plusieurs expériences très-concordantes. Le calcul en eût exigé 0 gr. 523. Ceci prouve que le sulfure employé par Anglada contenait, soit un excès de soude, soit de l'eau interposée; mais, à coup sûr, cette composition n'est pas celle d'un sulfhydrate de sulfure; car ce dernier, en supposant (ce qui est loin d'être démontré) qu'il pût cristalliser en se combinant avec neuf équivalents d'eau, eût fourni 0,905 de sulfure d'argent. D'ailleurs, il suffit de parcourir le sixième Mémoire d'Anglada pour acquérir la certitude que ce chimiste distinguait parfaitement le sulfhydrate de sulfure du mono-sulfure de sodium; il désigne le premier sous le nom de surhydro sulfate, et il s'en est servi pour faire un grand nombre d'expériences.

Ceci posé, Anglada établit les faits suivants :

1° Les eaux sulfureuses des Pyrénées, soumises à une ébullition peu prolongée, ne laissent dégager qu'une très-faible proportion d'acide sulfhydrique;

2° L'eau artificielle, préparée avec le sulfure neutre de sodium, en laisse dégager tout autant; soumise à diverses épreuves, elle se comporte toujours absolument comme l'eau naturelle;

3° Les eaux minérales des Pyrénées contiennent de l'oxygène en dissolution, et c'est cet élément qui, agissant sur le principe sulfureux, produit en même temps de l'hyposulfite de soude et un dégagement d'acide sulfhydrique;

4° Les solutions de sulfhydrate de sulfure fournissent, lorsqu'on les fait bouillir, un dégagement plus rapide et plus abondant d'acide sulfhydrique que celles de mono-sulfure;

5° Les eaux minérales des Pyrénées ne fournissent pas immédiatement de précipité avec l'acide arsénieux.

Quelques citations feront comprendre l'opinion d'Anglada.

« L'hydrosulfate de soude artificiel, étant introduit dans l'eau et soumis à l'ébullition, laisse » dégager de l'acide sulfhydrique, précisément à la » manière des eaux naturelles, au lieu qu'une » même dose de *surhydrosulfate* (sulfhydrate de » sulfure) se comporte tout autrement sous l'influence des mêmes conditions *en laissant dégager* » *le gaz acide avec une abondance peu comparable* » (6e Mémoire, page 195). »

Plus loin :

« Ce n'est certainement pas à l'état de surhydro-
» sulfate que nos eaux sulfureuses contiennent leur
» ingrédient caractéristique ; cette espèce saline
» serait bien autrement décomposable à la tempé-
» rature de l'ébullition ; elle donnerait lieu au déga-
» gement d'une bien plus grande quantité d'acide
» hydrosulfurique, et le *surhydrosulfate* s'arrête-
» rait à très-peu près, dans ce cas, à la produc-
» tion d'un hydrosulfate neutre (6e Mémoire,
» page 201). »

« Quelques phénomènes, que l'action de ces eaux
» m'avait permis de noter, semblaient attester, au
» premier abord, qu'elles contenaient, à côté d'un
» hydrosulfate alcalin, une certaine quantité d'acide
» hydrosulfurique libre *ou en excès à une combi-*
» *naison ;* mais je me suis assuré que ce n'était là
» qu'un faux témoignage, puis qu'un hydrosulfate
» neutre, soumis à l'influence des mêmes condi-
» tions, ne laissait pas de se comporter à l'instar
» de nos eaux des Pyrénées, *et se prêtait également*
» *à l'émission d'une certaine quantité d'acide hy-*
» *drosulfurique* (7e Mémoire, page 218). »

Anglada insiste beaucoup sur le rôle que l'air dissous dans l'eau sulfureuse joue dans la mise en liberté de l'acide sulfhydrique qui se dégage lorsqu'on la fait bouillir ; il admet que l'oxygène altère le sulfure de sodium, tandis que l'azote dissous dans l'eau s'en dégage et entraîne, par une action purement mécanique, l'acide sulfhydrique devenu libre.

Dans son premier Mémoire, publié en 1838, M. Fontan conteste l'exactitude de la manière de voir adoptée par Anglada. Il établit d'abord, par l'expérience, que l'acide arsénieux ne peut pas servir de réactif pour distinguer le sulfure neutre du sulfhydrate de sulfure, parce qu'il ne donne de précipité ni avec l'un ni avec l'autre. Le dégagement d'acide sulfhydrique qui accompagne l'ébullition lui paraît une preuve de l'existence d'une certaine quantité de cet acide à l'état de liberté dans les eaux sulfureuses des Pyrénées; cet acide serait même excédant à la constitution du sulfhydrate de sulfure qui se trouve dans l'eau. Au reste, je vais citer textuellement les passages qui me paraissent les plus importants, afin que la valeur des arguments de M. Fontan ne soit pas affaiblie par une interprétation qui pourrait n'être pas en harmonie avec la pensée de l'auteur.

« Nous sommes forcé de conclure de ces expé-
» riences que l'acide arsénieux est un mauvais
» réactif pour constater la présence de l'acide sulf-
» hydrique libre dans nos eaux sulfureuses, et,
» puisque nous avons vu *que l'ébullition nous*
» *portait à y admettre sa présence*, nous nous
» croyons autorisé à penser que les eaux sulfureuses
» des Pyrénées contiennent toutes une certaine
» quantité *d'acide sulfhydrique libre*, mais qui, en
» général, est peu considérable. »

« Nous allons maintenant examiner la question
» de savoir si le principe sulfureux *qui ne se dé-*

» *gage pas par l'ébullition* (1) est un sulfure simple
» de sodium avec la formule NaS, ou bien un sulf-
» hydrate de sulfure de sodium avec la formule
» $Na\,S + H^2S$. Si la solution était concentrée, la
» discussion serait bientôt vidée; il suffirait de
» traiter l'eau par un sel de zinc ou de manganèse
» qui formeraient un précipité blanc dans tous les
» cas, mais qui produiraient une effervescence avec
» dégagement d'acide sulfhydrique, si l'eau tenait
» en dissolution un sulfhydrate de sulfure de so-
» dium, tandis qu'il n'y aurait aucune effervescence
» si elle contient un sulfure simple. »

« On pourrait, peut-être, en concentrant l'eau
» à l'abri du contact de l'air, obtenir l'effet désiré;
» mais je n'ai pas pu avoir recours à ce moyen. En
» attendant, je me suis contenté d'examiner la
» question à l'aide des opinions des auteurs les
» plus distingués et des observations que j'ai faites,
» à l'aide de mes expériences et de celles des chi-
» mistes qui se sont occupés des eaux minérales. »

M. Fontan recherche ensuite si le sulfure de sodium, à l'aide duquel Anglada avait préparé des eaux artificielles possédant tous les caractères des eaux naturelles, était bien un simple sulfure de sodium; il pense qu'il n'en est pas ainsi.

« Evidemment, dit-il, Anglada commettait une

(1) M. Fontan admet que le sulfhydrate de sulfure peut résister à l'ébullition, ce qui est contraire aux idées généralement reçues.

» erreur lorsqu'il croyait que les cristaux qu'il » obtenait en faisant passer un courant d'hydrogène » sulfuré dans une solution de soude étaient formés » de sulfure de sodium. Ces cristaux étaient un » véritable sulfhydrate de sulfure avec la composi- » tion suivante : $Na\,S + H^2S$. Les propriétés du » sulfhydrate de sulfure sont les suivantes : il cris- » tallise en gros prismes qui se dissolvent dans » l'eau sans la colorer (1). »

Comme on le voit, M. Fontan se fonde pour rejeter l'opinion d'Anglada : 1° sur ce que l'eau sulfureuse naturelle laisse dégager de l'acide sulfhydrique lorsqu'on la fait bouillir; 2° sur ce que les cristaux employés par Anglada n'étaient pas formés de mono-sulfure de sodium, mais bien de sulfhydrate de sulfure. J'ai prouvé tout-à-l'heure que tous les faits s'accordaient pour faire croire qu'Anglada avait bien employé un mono-sulfure. J'ai cité des passages de ses 6e et 7e Mémoires qui prouvent qu'il tenait à ne pas confondre ces deux combinaisons. J'ai dit aussi qu'on trouvait, dans son 6e Mémoire, la description des essais comparatifs qu'il a faits avec des eaux artificielles contenant du mono-sulfure, et avec d'autres qui contenaient du sulfhydrate de sulfure.

Quant au dégagement d'acide sulfhydrique, Anglada l'avait observé, et il avait parfaitement

(1) *Recherches sur les eaux minérales des Pyrénées*, p. 42 et 43.

compris qu'on pouvait en tirer un argument en faveur de l'existence d'un sulfhydrate de sulfure; mais il n'avait pas tardé à s'apercevoir que ce n'était, comme il le dit, qu'un faux témoignage, puisque le mono-sulfure de sodium, dissous dans l'eau distillée, laisse dégager à l'ébullition tout autant d'acide sulfhydrique que l'eau naturelle. Le dégagement de l'hydrogène sulfuré n'est donc pas une preuve suffisante de l'existence d'un sulfhydrate de sulfure. M. Fontan puise de nouveaux arguments en faveur de sa théorie dans la facilité avec laquelle on peut, en l'admettant, expliquer le phénomène du blanchiment; il oublie malheureusement qu'il n'y a, dans les Pyrénées, qu'un petit nombre de localités où les eaux sulfureuses aient la propriété de blanchir, et que, dès-lors, sa manière de voir se trouve appuyée sur un fait en quelque sorte exceptionnel.

Il est à regretter que M. Fontan n'ait pas cru devoir faire, à l'appui de sa théorie, des analyses qui pouvaient seules trancher cette question. En effet, nous avons vu plus haut qu'Anglada, avant d'admettre que les cristaux qu'il employait étaient formés de monosulfure de sodium, les avait analysés à plusieurs reprises, et que le résultat de ses essais, bien loin de lui fournir la quantité de soufre qui eût dû s'y trouver s'ils eussent été composés de sulfhydrate de sulfure, lui en avait fourni un peu moins qu'il n'en fallait pour faire un monosulfure. Il est aussi à remarquer que les recherches de

M. Félix Boudet, et celles postérieures de MM. Boullay et O. Henry, ont confirmé les résultats d'Anglada, et que ces chimistes, après avoir analysé les cristaux dont il s'agit, les ont considérés comme étant constitués par du monosulfure de sodium et de l'eau de cristallisation ; ils ont vu, en outre, que lorsqu'on veut les préparer, l'une des principales conditions de succès consiste à éliminer tout excès d'acide sulfhydrique qui retarderait la cristallisation ou même la rendrait impossible.

Il est donc parfaitement établi qu'Anglada ne s'était pas trompé et qu'il avait bien employé du monosulfure de sodium.

Occupons-nous actuellement de l'argument que M. Fontan tire en faveur de sa théorie, de la facilité avec laquelle on peut à son aide expliquer le phénomène du blanchiment.

Si l'on admet l'existence d'un sulfhydrate de sulfure, la théorie du blanchiment est la suivante :

« Le sulfhydrate de sulfure qui existe dans ces » eaux y est en dissolution très-étendue. Si cette » eau arrive directement à l'air libre, elle perd tout » son principe sulfureux sans se colorer : l'oxygène » de l'air se porte sur le sodium pour former de la » soude, sur le soufre pour former de l'acide hypo- » sulfureux, et ces deux nouveaux corps se combi- » nent ensemble pour former de l'hyposulfite de » soude. L'acide carbonique de l'air s'empare d'une » portion de la soude pour former du carbonate de » soude, et l'acide hydrosulfurique ne trouvant

» plus de base avec laquelle il puisse rester com-
» biné, se dégage et répand l'odeur qui lui est pro-
» pre : c'est l'odeur qu'on sent auprès des sources ;
» car le sulfhydrate par lui-même est inodore (1). »

L'équation suivante représente, si je ne me trompe, la réaction telle que M. Fontan l'a décrite :

$$2\,(SNa + SH) + CO^2 + O^4 = S^2\,O^2,\ Nao + Co^2,\ NaO + 2\ SH.$$

Je ferai remarquer, en passant, qu'il est assez extraordinaire que l'acide sulfhydrique, qui est si facilement détruit par l'oxygène de l'air en présence de l'eau, se dégage sans éprouver au sein du liquide lui-même une altération quelconque ; il eût été probablement plus rationnel d'admettre que l'acide sulfhydrique est décomposé, au moins en partie, par l'oxygène de l'air, et qu'il contribue ainsi à transformer le monosulfure de sodium, qui était primitivement composé avec cet acide, en un polysulfure. L'expérience prouve, en effet, que lorsqu'on expose au contact de l'air libre une solution, même très-étendue, de sulfhydrate de sulfure de sodium, le composé sulfureux se transforme en grande partie en polysulfure de sodium ; ce dernier subit ensuite lui-même l'action décomposante de l'air et se transforme en hyposulfite et en carbonate de soude. La quantité d'acide sulfhydrique qui se dégage n'est considérable qu'autant que la solution

(1) *Loc. cit.*, page 4.

est très-chaude, et alors l'élévation de température n'est pas étrangère à sa séparation.

Les réactions auraient lieu dans l'ordre suivant :

$$1^{\circ}\ SNa,\ SH + O = HO + S^2Na\ ;$$
$$2^{\circ}\ S^2Na + o^3 = S^2o^2\ NaO.$$

En même temps que les réactions précédentes s'accomplissent, l'acide carbonique et l'oxygène de l'eau peuvent agir de la manière suivante :

$$SH,\ SNa + HO + CO^2 = CO^2\ NaO + 2\ SH.$$

On s'explique ainsi pourquoi la liqueur exposée à l'air libre contient bientôt du polysulfure de sodium, de l'hyposulfite et du carbonate de soude, et pourquoi il s'en dégage de l'acide sulfhydrique.

Quand l'eau est ainsi exposée à l'air libre, elle ne blanchit pas ; mais si elle subit le contact de l'air dans des conduits ou dans des réservoirs qu'elle ne remplit pas en entier, les choses, dit M. Fontan, se passent comme il suit :

« Quand l'eau sulfureuse arrive dans un réservoir » dont elle ne remplit qu'en partie la capacité, » l'oxygène de l'air n'étant pas en aussi grande » quantité qu'à l'air libre, s'empare d'abord de l'hy- » drogène de l'acide sulfhydrique, avec lequel il a le » plus d'affinité, et met en liberté le soufre avec » lequel il était combiné ; mais ce soufre, à mesure » qu'il devient libre, se combine avec le sulfure » existant pour produire un polysulfure, et l'eau

» prend alors la couleur jaune-verdâtre que nous » avons signalée.

» Lorsque l'eau jaune-verdâtre arrive au contact » de l'air libre, l'oxygène agit de nouveau sur tous » les éléments à la fois : il s'empare du sodium » pour former de la soude, d'un atome de soufre » pour former de l'acide hyposulfureux, qui se » combine avec une portion de la soude, et l'acide » carbonique s'empare de l'autre portion; mais il » existe un atome de soufre en excès qui, n'étant » pas attaqué par l'air, parce qu'il n'existe pas de » base avec laquelle le nouveau corps qu'il produi- » rait pourrait se combiner, se précipite sous forme » de poudre blanche très-fine et donne à l'eau la » couleur blanche qu'on lui connaît. Quand le pré- » cipité est déposé, l'eau a repris sa transparence, » parce que l'hyposulfite qu'elle contient est inco- » lore. C'est par le même motif que les acides qui » ne troublaient pas l'eau quand elle était incolore, » la troublent subitement quand elle est devenue » jaune-verdâtre, etc. »

On peut représenter ce qui se passe par les deux équations qui suivent :

$$1^{\circ}\ SNa,\ SH + O = HO + S^2\ Na;$$
$$2^{\circ}\ 2\ S^2 Na + CO^2 + O^4 = S^2\ O^2\ Nao + Co^2\ NaO + S^2.$$

Si, au lieu d'un sulfhydrate de sulfure, on admettait le monosulfure de sodium, la théorie précédente devrait, d'après M. Fontan, être modifiée :

« Le sulfure de sodium se dissout dans l'eau sans

» la colorer; et quand cette eau passe au contact de
» l'air libre, l'oxygène de l'air se combine avec le
» sodium pour former de la soude, avec le soufre
» pour former de l'acide hyposulfureux, qui se
» combinent ensemble pour former de l'hyposulfite
» de soude, qui est incolore. L'acide carbonique
» s'est aussi combiné avec une portion de la soude,
» parce que, d'après la théorie admise par Gay-Lus-
» sac, l'acide hyposulfureux qui se combinerait à la
» soude pour former un hyposulfite de soude aurait
» la composition suivante : $S^2 O^2$, NaO. L'on voit
» que, d'après cette théorie, l'oxygénation du so-
» dium se fait avec plus de rapidité que celle du
» soufre, et que, *s'il ne se forme pas un poly-*
» *sulfure*, c'est parce que l'acide hyposulfureux
» contient deux atomes de soufre contre un atome
» de sodium.

» Quand l'eau serait dans les réservoirs avec un
» air non renouvelé, l'oxygénation de la soude
» marcherait avec plus de rapidité encore par rap-
» port au soufre qu'à l'air libre, et il se formerait
» un polysulfure, parce que tout le soufre ne s'oxy-
» gènerait pas, et, lorsque l'eau jaune-verdâtre se-
» rait arrivée au contact de l'air, elle se troublerait
» toujours, d'après l'explication que j'en ai donnée.

» Cette théorie me paraît moins satisfaisante que
» la précédente. En effet, comme il arrive que l'hy-
» posulfite formé passe à l'état de sulfite et de sul-
» fate, il faudrait admettre que, s'il y a deux
» atomes de soufre dans l'hyposulfite pour un

» atome de sodium, on obtiendra un sulfate qui » sera dans le même rapport, c'est-à-dire qu'on » aurait un véritable bisulfate, et l'eau devrait être » acide, ce qui n'est pas.

» D'un autre côté, comment pourrait-on admettre » qu'il existât de l'acide hydrosulfurique libre, et je » crois avoir démontré dans ces eaux cet état de » liberté, en présence du sulfure de sodium qui » joue un véritable rôle de base. Autant vaudrait » admettre cet acide à l'état de liberté en présence » d'un alcali en excès (1). »

Je crois que les effets de l'air libre sur le monosulfure de sodium, tels que les comprend M. Fontan, sont assez bien représentés par l'équation suivante :

$$2\,SNa + CO^2 + O^4 = S^2O^2NaO + CO^2NaO.$$

Si, comme le croit ce chimiste, il ne se produit pas de polysulfure en pareil cas, rien ne prouve que l'oxygénation du sodium ait marché plus vite que celle du soufre.

L'observation des faits n'est pas favorable à la manière de voir de M. Fontan; car tous les chimistes savent très-bien que lorsqu'on expose une dissolution, même très-étendue, de monosulfure de sodium à l'air libre, il se produit d'abord du polysulfure de sodium et du carbonate de soude, et plus tard de l'hyposulfite.

(1) *Loc. cit.*, page 54.

$$2\,SNa + CO^2 + O = CO^2NaO + S^2Na.$$
$$S^2Na + O^3 = S^2O^2,NaO.$$

Si l'eau contient de la silice, le polysulfure peut se produire sans l'intervention de l'acide carbonique de l'air.

$$2\,SNa + SIO^3 + O = SIO^3NaO + S^2Na.$$

Il est fort probable que dans les cas ordinaires l'acide silicique n'est pas étranger à la réaction.

Lorsque l'eau qui renferme un monosulfure est placée dans un réservoir où l'air ne se renouvelle pas facilement, il se produit bientôt un polysulfure, parce que le sodium est plus tôt oxygéné que le soufre qui n'est pas brûlé en entier. Quand le polysulfure est formé, l'eau blanchit par les raisons que nous avons signalées plus haut en parlant du sulfhydrate de sulfure. Je ne comprends pas pourquoi M. Fontan pense que le polysulfure qui provient de la décomposition du monosulfure de sodium doit donner, par son oxydation, au contact de l'air, un bisulfate, tandis que celui qui provient du sulfhydrate de sulfure donnerait un sulfate neutre : ces deux polysulfures doivent, ce me semble, se comporter de la même manière et donner des produits oxygénés tout-à-fait pareils. Malheureusement, M. Fontan n'ayant pas représenté la réaction telle qu'il la comprend par des équations, on est fort en peine pour la retracer. Il me semble cependant que si l'un des deux com-

posés sulfureux (monosulfure ou sulfhydrate de sulfure) doit se transformer à l'air en bisulfate de soude, c'est, selon toute apparence, celui qui contient le moins de soude. Or, c'est précisément le sulfhydrate de sulfure qui est dans ce cas. Dira-t-on que l'hyposulfite produit par le monosulfure a pour formule S^2o^2,NaO, tandis que celui qui provient du sulfhydrate aurait pour formule SO,NaO; mais alors il faut admettre une chose qui n'est nullement en rapport avec ce que l'on observe, à savoir : que lorsque le composé $SNa + SH$ est mis au contact de l'air, il se produit : $2\ (SNa,SH) + O^2 + CO^2 + HO = SO,NaO + CO^2,NaO + 3\ SH$.

C'est-à-dire que l'acide sulfhydrique est respecté par l'oxygène de l'air, tandis que le sulfure de sodium est brûlé le premier. Tout chimiste un peu expérimenté affirmerait que c'est l'inverse qui doit se produire.

D'ailleurs, on ne voit pas pourquoi les choses ne se passeraient pas d'une manière analogue si l'eau contenait un monosulfure.

$$2\ SNa + CO^2 + HO + O^2 = SO,NaO + CO^2NaO + SH.$$

Il est donc bien clair que, de quelque manière qu'on envisage la constitution du composé sulfureux qui minéralise les eaux des Pyrénées, les produits qui résultent de son altération par l'oxygène de l'air doivent être les mêmes.

Je reviendrai plus tard sur la théorie du blanchiment, et je lui donnerai des développements con-

venables. J'en ai dit assez pour montrer que ce phénomène peut s'expliquer avec la même facilité, quelle que soit celle des deux théories qu'on adopte.

Résumons maintenant les travaux de MM. Boullay et O. Henry.

Ces chimistes, après avoir fait une nouvelle analyse des cristaux d'hydrosulfate de soude, recherchent des caractères propres à faire distinguer, sur-le-champ, le sulfure neutre de sodium du sulfhydrate de sulfure, et ils signalent, comme ayant une certaine valeur, les réactions suivantes :

SULFURE NEUTRE.	SULFHYDRATE DE SULFURE.
Un courant d'hydrogène agissant à froid sur sa dissolution ne lui enlève rien.	En dégage de l'acide sulfhydrique.
L'argent métallique, plongé dans la dissolution, à l'abri du contact de l'air, n'est pas bruni et le titre sulfhydrométrique ne baisse pas.	Est bruni, le titre sulfhydrométrique diminue de moitié.
Le sulfate de zinc produit un précipité de sulfure de zinc et laisse un liquide entièrement dépouillé de principe sulfureux.	Produit un précipité de sulfate de zinc et un liquide contenant de l'acide sulfhydrique.
Le sulfate de manganèse agit comme le sulfate de zinc.	*id. id. id.*
Le soufre s'y dissout sans dégagement de gaz.	Se dissout avec dégagement d'acide sulfhydrique.
Le monosulfure cristallise.	Le sulfhydrate de sulfure ne cristallise pas.

Ces faits une fois établis, MM. Boullay et Henry examinent si le principe sulfureux des eaux minérales est un monosulfure ou si c'est un sulfhydrate de sulfure ; et ils concluent des essais qu'ils ont faits sur les eaux minérales de Baréges et de Cauterets :

1° Que ces eaux doivent leurs propriétés au sulfure simple de sodium ;

2° Que la théorie, judicieusement établie par le professeur Anglada, et confirmée par leurs expériences, doit rester dans la science comme un fait avéré, comme une explication satisfaisante pour servir de guide aux praticiens.

Dans un deuxième mémoire, publié en 1847, MM. Boullay et Henry discutent de nouveau la valeur de chacune des deux théories ; les expériences qu'ils avaient déjà faites leur paraissant insuffisantes ; ils cherchent, par une méthode nouvelle, si c'est bien un monosulfure ou si c'est, au contraire, un sulfhydrate de sulfure qui existe dans les eaux sulfureuses des Pyrénées. Voici comment ces chimistes procèdent :

Ils font d'abord un dosage exact du soufre à l'aide du sulfhydromètre.

Ils font ensuite un dosage exact de la soude, du chlore, des acides sulfurique, carbonique et silicique, contenus dans l'eau. Ils déduisent de la quantité totale de soude celle qui est nécessaire pour former du chlorure de sodium, du sulfate, du carbonate et du silicate de soude, avec la totalité des acides, et ils cherchent si la soude et le soufre qui

restent sont dans les rapports nécessaires pour former un sulfhydrate de sulfure. Les résultats sont les suivants :

Eau de Baréges (source de l'entrée), un litre.

Sulfure de sodium. . .	0 gr. 0360	
Représentant : soufre.	0 gr. 0147	
Soude totale.	0 gr. 0750	
Sulfate de soude. . . .	0 gr. 0300	Représentant : Soude, 0 gr. 0490.
Carbonate et silicate de soude.	0 gr. 0240	
Chlorure de sodium. .	0 gr. 0219	

Il reste 0 gr. 0260 de soude, qui exigent 0 gr. 0134 de soufre pour former un monosulfure ; il y a donc un excès de soufre égal à 0 gr. 0013. D'après la théorie du sulfhydrate de sulfure, cet excès devrait être de 0 gr. 0134 ; c'est-à-dire dix fois plus grand.

Eau de Barzun.

Sulfure de sodium. . .	0 gr. 0303	
Représentant : soufre.	0 gr. 0124	
Soude totale.	0 gr. 0740	
Sulfate de soude. . . .	0 gr. 0180	Représentant : Soude, 0 gr 0530.
Carbonate et silicate de soude.	0 gr. 0740	
Chlorure de sodium. .	0 gr. 0040	

La différence en soude est de 0 gr. 0210, qui demanderaient, pour un sulfure simple, soufre 0 gr. 0108. Il y a donc un excès de soufre égal

à 0 gr. 0016. La théorie du sulfhydrate de sulfure exigerait un excès de 0 gr. 0107, c'est-à-dire six fois plus grand.

De pareilles différences ne peuvent pas être rapportées à des erreurs d'observation, alors surtout que d'autres preuves viennent appuyer le résultat des analyses précédentes. Si, en effet, au lieu de fonder nos calculs sur les nombres fournis par l'essai sulfhydrométrique (essai qui peut être erroné pour une multitude de raisons), nous les fondons sur les résultats de l'analyse, au moyen des sels d'argent, nous trouvons que 1000 gr. d'eau de Barzun, prise sur les lieux, ont fourni 0 gr. 086 de sulfure d'argent, qui équivalent à 0 gr. 0111 de soufre, et alors l'excès de ce dernier corps se réduit à 0 gr. 0013; c'est-à-dire qu'iln'est que le neuvième de ce qu'il devrait être, si l'eau contenait un sulfhydrate de sulfure.

MM. Boullay et O. Henry concluent de leurs expériences :

« 1° Que d'après les faits constatés sur les sources » de Barzun et de Baréges, s'il y a (comme il paraît » certain) analogie de composition entre les diver- » ses eaux sulfureuses de la chaîne des Pyrénées, » on doit admettre que le sulfure ou le sulfhydrate » alcalin ne s'y trouvent pas, en effet, à l'état neu- » tre, mais accompagnés de proportions plus ou » moins grandes d'acide sulfhydrique libre;

» 2° Que l'opinion qui consiste à considérer le » principe sulfureux à l'état de sulfhydrate de sul-

» fure hydraté ne saurait être admise, parce que
» l'excès d'acide sulfhydrique ne s'y trouve pas en
» proportion convenable pour donner lieu à ce
» composé ;

» 3° Que, selon leur opinion et leurs présomp-
» tions, le principe sulfureux dans la nappe origi-
» nelle doit exister à l'état *d'un sulfure simple*,
» *neutre ;* que, sous l'influence des courants d'air
» souterrains, ce sel se dépouille d'une partie de
» son acide sulfhydrique, qui reste dissous dans
» l'eau à côté des autres sels et du sulfate produit,
» en même temps qu'il s'échappe de l'azote libre au
» bouillon ; enfin, que l'état de sulfure simple serait
» maintenu s'il y avait moyen d'éviter le contact de
» l'air ;

» 4° Que lors de l'addition des sulfates purs de
» zinc et de manganèse dans les eaux sulfureuses
» qui nous occupent, si l'on précipite tout l'acide
» sulfhydrique libre ou combiné, ce qui ne devrait
» pas avoir lieu pour le premier, cela est dû à la
» présence simultanée des carbonates et silicates
» alcalins, etc. »

J'arrive maintenant à l'exposé des recherches qui me sont propres, et à la discussion de la valeur des expériences et des théories que je viens d'énumérer.

J'ai vérifié d'abord les principaux faits rapportés par Anglada, et par MM. Fontan, Boullay et Henry; pour cela, j'ai préparé du sulfure simple de sodium et du sulfhydrate de sulfure, et j'ai soumis chacun de ces composés aux essais suivants :

1° J'ai rempli un matras d'eau distillée, que j'ai fait bouillir pendant environ dix minutes; j'ai projeté alors dans le liquide bouillant 1 décigramme d'hydrosulfate de soude cristallisé, et j'ai adapté sur-le-champ au matras un tube propre à conduire les gaz; j'ai pu constater ainsi que la vapeur d'eau qui s'en dégageait entraînait constamment avec elle des traces d'acide sulfhydrique. Ce dégagement a duré jusqu'au moment où le sulfure a été entièrement détruit; ce qui a exigé beaucoup de temps.

Le dégagement d'acide sulfhydrique se produit avec une lenteur extrême, qui ne varie pas pendant la durée de l'ébullition. Le liquide qui reste dans le matras, après cette opération, contient une trace d'hyposulfite de soude.

2° J'ai fait bouillir de la même manière une solution de sulfhydrate de sulfure de sodium dans l'eau distillée, et j'ai obtenu, *dans les premières minutes de l'ébullition,* une quantité d'acide sulfhydrique infiniment plus grande que dans le cas précédent; le degré sulfhydrométrique des deux liqueurs était pourtant le même avant l'ébullition.

3° J'ai introduit dans un litre d'eau sulfureuse naturelle (source Bayen) 3 décigrammes de sulfate de zinc pur et cristallisé; elle a complètement perdu son odeur, sa saveur et son action sur les sels de plomb, d'argent, etc.

4° J'ai traité de la même manière un litre d'eau artificielle, préparée avec le sulfhydrate de sulfure,

et marquant le même degré au sulfhydromètre, et, après un quart d'heure de réaction, elle possédait encore une odeur bien tranchée d'acide sulfhydrique; des papiers, imprégnés d'acétate de plomb et d'acide arsénieux, que je tenais un peu au-dessus de la surface du liquide, se sont recouverts de sulfure de plomb et de sulfure d'arsenic. L'action du sulfate de manganèse a été sensiblement la même que celle du sulfate de zinc.

5° J'ai traité de la même manière, et comparativement, l'eau naturelle et l'eau artificielle préparée avec le sulfhydrate de sulfure, par un petit excès d'acétate de zinc, et j'ai obtenu, dans les deux cas, un liquide parfaitement désulfuré; mais celui qui provenait de l'eau naturelle ramenait au bleu le papier de tournesol rouge, tandis que le deuxième *avait une acidité bien tranchée.*

6° J'ai désulfuré, par un excès de sulfate de plomb pur, un litre d'eau naturelle et un litre d'eau contenant du sulfhydrate de sulfure; toutes les deux étaient, après l'action du sel de plomb, parfaitement inodores, et ne donnaient pas de précipité noir avec les sels d'argent; mais la première était très-légèrement alcaline, tandis que la deuxième était acide. En effet :

Dans le premier cas, $SNa + SO^3 PbO = SPb + SO^3 NaO$.

Dans le deuxième, $SH + SNa + 2 SO^3 PbO = 2 SPb + SO^3 NaO + SO^3$.

L'alcalinité très-légère de la première est due à la

petite quantité de carbonate et de silicate de soude qu'elle renferme.

7° J'ai agité, avec un excès de carbonate de plomb pur (1), un litre de chacune des deux eaux ; toutes les deux ont été complètement désulfurées ; je les ai filtrées, et j'ai fait bouillir chacune d'elles dans un appareil semblable à celui qu'on emploie pour recueillir l'air que l'eau tient en dissolution ; l'eau naturelle a donné un gaz complètement dépourvu d'acide carbonique ; l'eau préparée avec le sulfhydrate de sulfure a fourni, au contraire, une proportion notable de cet acide. En effet :

Dans le premier cas, $SNa + CO^2 PbO = SPb + CO^2 NaO$.

Dans le deuxième, $SH + SNa + 2 CO^2 Pbo = 2 SPb + CO^2 NaO + CO^2$.

L'eau naturelle se comporte donc comme si elle contenait du monosulfure de sodium.

On m'objectera peut-être que si, lorsque le sulfate de plomb réagit sur l'eau sulfureuse naturelle, le liquide désulfuré ne présente pas la réaction acide, comme il devrait le faire dans le cas où l'eau minérale contenait un sulfhydrate de sulfure, cela tient à ce qu'il y a à côté du composé sulfureux des sels à réaction alcaline (carbonate ou silicate de soude) qui sont décomposés par l'acide sulfurique mis en liberté pendant la désulfuration, et que

(1) J'avais préparé ce carbonate en versant une solution de carbonate de soude dans une solution d'azotate de plomb neutre.

dès-lors, cet argument n'a pas toute la portée qu'on serait tenté de lui attribuer.

Les choses se passeraient alors comme l'indiquent les équations suivantes :

$$1^{\circ}\ CO^2,Nao + SNa,SH + 2\ SO^3PbO = 2\ SPb + 2\ So^3Nao + CO^2;$$

$$2^{\circ}\ SIO^3,NaO + SNa,SH + 2\ SO^3PbO = 2\ SPb + 2\ So^3NaO + SIO^3.$$

Ainsi, dans le cas où l'eau sulfureuse contiendrait du carbonate de soude, ce sel serait décomposé par l'acide sulfurique, et il se formerait du sulfate de soude, tandis que de l'acide carbonique serait mis en liberté. L'acide carbonique rougit faiblement la teinture de tournesol; d'ailleurs, il est gazeux et peu soluble dans l'eau chaude; il pourrait donc s'échapper pendant l'opération, et la couleur du tournesol ne serait pas changée, quoique l'eau renfermât un sulfhydrate.

Si nous supposons que c'est du silicate de soude qui est associé au sulfhydrate de sulfure, les choses se passeront d'une manière analogue; seulement, nous aurons de l'acide silicique mis en liberté à la place de l'acide carbonique; l'acide silicique étant fixe restera dans la liqueur; mais, comme il ne rougit pas la teinture de tournesol, aucune réaction apparente ne viendra nous avertir de sa présence dans l'eau désulfurée (1).

(1) D'après Berzélius, si l'on verse dans un liquide tenant en

Il est aisé de montrer que l'objection que je viens de soulever est sans portée, quand il s'agit du rôle que jouerait le carbonate de soude pour empêcher les réactions caractéristiques dont j'ai parlé de se produire. En effet, si la dose du carbonate alcalin contenue dans l'eau est un peu forte, l'acide carbonique mis en liberté pendant la désulfuration pourra être recueilli, si l'on exécute cette dernière dans des appareils convenablement disposés; si, au contraire, la proportion de ce sel est faible au point de ne pouvoir fournir que des traces de gaz, il est clair que l'acide sulfurique, devenu libre par suite de la décomposition du sulfate de plomb, ne sera pas saturé en entier et que la teinture de tournesol sera rougie.

Il est d'autant plus facile de résoudre cette question, que tous les chimistes sont d'accord sur ce fait : que les eaux sulfureuses des Pyrénées ne contiennent aucune trace d'acide carbonique libre (1). Si donc il y a eu décomposition d'une certaine quantité de carbonate de soude dans l'expérience que j'ai décrite, on ne pourra pas douter que l'eau ne renferme plus d'acide sulfhydrique qu'il n'en faut pour

dissolution de l'acide silicique à la faveur du carbonate de soude une quantité suffisante d'un acide fort pour saturer le carbonate alcalin, la silice restera dissoute, si la solution n'est pas trop concentrée.

(1) Les eaux de Bonnes et celles de Visos feraient seules exception à cette règle, d'après les analyses de MM. O. Henry et Bérard.

faire un simple sulfure. Or, je n'ai jamais pu retirer des eaux de Luchon la moindre trace d'acide carbonique en les traitant ainsi. Un litre d'eau de la source Bayen aurait dû fournir, en pareil cas, environ 11 centimètres cubes de ce gaz.

Il est donc évident que le carbonate de soude n'a pas servi à saturer l'acide sulfurique qui serait devenu libre si l'eau eût contenu un sulfhydrate.

D'ailleurs, cette objection tombe complètement devant les résultats de la désulfuration de l'eau naturelle par le carbonate de plomb; car lorsqu'on a désulfuré l'eau à l'aide de ce sel, on n'obtient aucune trace d'acide carbonique libre, même à l'ébullition, et l'on ne voit pas ce qui pourrait retenir ainsi l'acide carbonique provenant de la portion du carbonate de plomb qui a été décomposée par l'acide sulfhydrique du sulfhydrate.

Examinons maintemant l'influence du silicate de soude.

Il est de la dernière évidence que si une eau contient en même temps du sulfhydrate de sulfure de sodium et une quantité un peu notable de silicate de soude, cette eau ne présentera pas une réaction acide quand on l'aura traitée à l'aide du sulfate de plomb; mais il faut, pour qu'il en soit ainsi, que la proportion du silicate alcalin soit assez forte, et nous avons déjà vu qu'elle est faible dans l'eau des anciennes sources de Bagnères-de-Luchon.

Un litre d'eau de la source Bayen contient 0 gr. 0310 de soufre, qui correspondent à 0 gr. 0770 de

monosulfure de sodium, ou bien à 0 gr. 0542 de sulfhydrate de sulfure.

0 gr. 0770 de monosulfure représentent 0 gr. 0611 de soude; 0 gr. 0542 de sulfhydrate réprésentent 0 gr. 0299 de soude. La différence est de 0 gr. 0312 de soude caustique, qui pourraient produire 0 gr. 0766 de silicate neutre de cette base, dans le cas où l'on admettrait que l'eau renferme un sulfhydrate de sulfure.

Un litre de la même eau, lorsqu'on le désulfure à l'aide du sulfate de plomb, doit, toujours dans l'hypothèse du sulfhydrate de sulfure, mettre en liberté 0 gr. 0388 d'acide sulfurique (supposé anhydre). Cette quantité d'acide serait insuffisante pour saturer les 0 gr. 0766 de silicate de soude qu'on est autorisé à admettre dans l'eau de cette source, quand on la considère comme étant minéralisée par le sulfhydrate de sulfure de sodium. L'eau devrait donc rester alcaline après l'action du sel de plomb, quand même elle contiendrait du sulfhydrate de sulfure. D'après cela, il semble, au premier abord, que cette expérience n'est pas de nature à éclairer la question, si l'eau contient une quantité notable de silicate de soude à côté du sulfhydrate.

Comme on le voit, bien loin de reculer devant les difficultés que présente la théorie que je soutiens, je fournis aux partisans de la théorie du sulfhydrate des arguments auxquels ils n'eussent peut-être pas songé.

Voyons maintenant si l'existence du sulfhydrate

s'accorde mieux avec les faits que l'on observe que celle du monosulfure.

La théorie du sulfhydrate nous oblige à admettre :

1° Que ce composé n'est pas immédiatement détruit à la température de 100 degrés ;

2° Qu'il est sans action sur l'argent métallique à l'abri du contact de l'air ;

3° Que l'eau minérale renferme beaucoup de silicate de soude (je ne parle pas du carbonate de soude, parce que les expériences que j'ai rapportées plus haut prouvent que les eaux minérales de plusieurs sources n'en renferment que des traces) ;

4° Que presque toutes les analyses quantitatives qui ont été faites par Anglada, par MM. O. Henry, Boullay, Bouis, et celles que j'ai faites moi-même, sont entachées d'erreurs grossières ; tout cela est peu d'accord avec les résultats de l'expérience. La théorie du monosulfure, au contraire, s'accommode parfaitement de tous les faits observés.

En prenant pour point de départ, dans cette discussion, la composition chimique de la source Bayen, à Bagnères-de-Luchon, j'ai choisi à dessein l'exemple qui était le plus favorable à la théorie du sulfhydrate. En effet, l'analyse quantitative montre clairement que cette eau renferme un excès notable d'acide par rapport aux bases. Or, les acides dont on peut admettre l'existence à l'état libre, ou comme constituant des sursels, sont évidemment l'acide silicique ou l'acide sulfhydrique, et l'eau de la

source Bayen présente une composition telle que l'excès de silice est plus grand qu'il ne faut pour représenter l'équivalent de l'acide sulfhydrique nécessaire à la constitution du sulfhydrate.

Quand on fait évaporer une quantité un peu considérable d'eau de cette source, on remarque qu'il arrive un moment où elle laisse déposer des pellicules grisâtres qui sont composées de beaucoup de silice et de traces de silicate de chaux, magnésie et alumine; il semble pourtant que, si l'acide silicique eût été primitivement combiné à la soude, il n'aurait pas dû se déposer ainsi à l'état libre. Admettons pourtant, pour ne rien négliger de ce qui peut être objecté à la théorie du monosulfure, que ce dépôt de silice provient de l'action décomposante que l'acide carbonique de l'air exerce sur les silicates (1). Nous devrons alors retrouver son équivalent en carbonate de soude; or 0 gr. 0766 de silicate neutre de soude correspondent à 0 gr. 0533 de carbonate de soude. A ce carbonate devra s'ajouter celui qui est le résultat de l'action de l'acide carbonique de l'air sur le monosulfure; et dans tous les cas, si l'on suppose que le sulfure de sodium a été complètement détruit pendant la concentration du liquide sans produire de carbonate de soude, celui qui pro-

(1) M. O. Henry a vu que l'acide carbonique de l'air pouvait déplacer l'acide silicique de sa combinaison avec la soude, et produire du carbonate de cette base à la place du silicate qui existait primitivement dans l'eau.

vient de la décomposition du silicate devra s'y trouver tout entier.

J'ai fait évaporer dix litres d'eau de la source Bayen, de manière à les réduire à un litre; j'ai essayé ensuite le liquide concentré à l'aide de l'acide sulfurique titré dont j'ai parlé plus haut; il a exigé pour être saturé 512 divisions qui représentaient 0 gr. 512 de carbonate de soude, c'est-à-dire moins qu'il n'en eût fallu pour saturer la quantité de silicate dont la théorie du sulfhydrate de sulfure exige la préexistence, et pourtant le sulfure avait contribué pour une bonne part à la formation du carbonate de soude qui existait dans la liqueur ainsi concentrée. Il est donc bien démontré que, même en choisissant l'eau sulfureuse dont l'analyse est la plus favorable à cette théorie, on ne peut pas expliquer, d'une manière simple et naturelle, des faits dont la théorie du monosulfure permet de se rendre compte sans difficulté.

Pensant qu'on pourrait objecter aux résultats de l'expérience précédente que le carbonate ou le silicate de soude ont réagi pendant l'évaporation sur les sels solubles de chaux et de magnésie qui existent dans l'eau minérale et ont produit des carbonates ou des silicates insolubles, ce qui a pu diminuer le degré alcalimétrique du liquide concentré, j'ai fait bouillir l'eau sulfureuse au contact de l'air, en ayant soin de remplacer la portion qui se volatilisait par une égale quantité d'eau distillée; il ne s'est produit aucun précipité pendant cette opération, et

cependant l'essai alcalimétrique a donné des résultats à peu près semblables aux précédents; il n'indiquait pas encore une quantité de silicate de soude aussi forte que celle qui aurait dû préexister dans le liquide minéral.

Tout nous ramène donc vers l'idée de la minéralisation par le monosulfure de sodium.

Si, au lieu d'appuyer la discussion précédente sur l'analyse de l'eau de la source Bayen, dans laquelle il existe un excès notable de silice, j'avais voulu choisir une autre source quelconque, il m'eût été encore plus facile de démontrer que tout concourt à faire admettre l'existence d'un monosulfure dans les eaux sulfureuses des Pyrénées, et qu'il est impossible, de quelque façon qu'on veuille discuter les résultats des analyses, d'arriver à fournir la preuve que l'eau contient un sulfhydrate. Qu'on veuille bien ne pas perdre de vue que l'analyse de l'eau de Labassère, qui est, parmi toutes celles que j'ai exécutées, une des plus favorables à la théorie que je soutiens, a été vérifiée par M. Poggiale, et que ce chimiste a obtenu des résultats semblables aux miens. Ce n'est donc pas seulement dans mes propres analyses, mais aussi dans celles de MM. Boullay, O. Henry, Poggiale et Bouis, que je trouve des arguments en faveur de ma manière de voir.

Passons à des preuves d'un autre genre :

J'ai désulfuré de l'eau naturelle (de la Reine) par l'azotate d'argent, j'ai séparé l'excès de ce dernier sel par l'acide chlorhydrique, et j'ai dosé les sulfa-

tes que contenait l'eau. D'autre part, j'ai pesé le sulfure d'argent (après l'avoir lavé successivement avec de l'eau ammoniacale et avec de l'eau acidulée par de l'acide azotique) pour en conclure la quantité de soufre que l'eau renfermait sous la forme de sulfure.

J'ai désulfuré une troisième portion d'eau par le sulfate de plomb qui a donné du sulfure de plomb et du sulfate de soude en quantité correspondante au sulfure de sodium décomposé.

Le dosage du soufre de cette source a été fait : 1° en pesant le sulfure d'argent ; 2° en convertissant en sulfate de baryte le sulfate de soude provenant de la réaction du sulfate de plomb. Le sulfate de baryte représentait la totalité du soufre provenant tant des sulfures que des sulfates contenus dans l'eau ; et chacun de ces éléments, ayant été déterminé par d'autres méthodes, on pouvait arriver à reconnaître si le sulfate de plomb, au lieu de décomposer seulement le sulfure de sodium, avait décomposé aussi le silicate et le carbonate de soude en produisant du silicate, du carbonate de plomb et du sulfate de soude. Dans ce dernier cas, la quantité de soufre, obtenue sous la forme de sulfate de baryte, devait être plus forte que celle qu'avait donnée l'analyse par l'azotate d'argent et le chlorure de barium. Cette expérience n'est pas sans intérêt ; car, si elle démontre que le sulfate de plomb n'agit pas sur les carbonates et silicates alcalins que renferme l'eau naturelle, il sera évident que l'alcalinité de l'eau peut très-bien être mesurée sur l'eau désul-

furée à l'aide de ce sel, et que l'on peut savoir si elle est suffisante pour empêcher les réactions distinctives du monosulfure et du sulfhydrate de sulfure.

Voici quelques résultats :

Eau de la Reine. — Sulfure de sodium contenu dans un litre d'eau, d'après l'analyse sulfhydrométrique, 0 gr. 0571.

Cinq litres d'eau ont donné 0 gr. 1031 de sulfure d'argent ; ce qui représente pour un litre, 0 gr. 0560 de sulfure de sodium.

Treize litres d'eau traités par le sulfate de plomb, filtrés et concentrés ont donné : sulfate de baryte, 3 gr. 528.

Cinq litres d'eau désulfurés par l'azotate d'argent ont donné, avec le chlorure de barium, 0,480 de sulfate de baryte, ou pour un litre 0,096; il faut donc déduire des 3 gr. 528 de sulfate de baryte 1 gr. 248 qui proviennent des sulfates contenus dans l'eau ; il reste alors 2 gr. 280 de sulfate de baryte provenant de la décomposition du sulfure, ce qui donne pour un litre 0,1754 de ce sel, équivalant à 0,0551 de sulfure de sodium. Ainsi, loin d'avoir un excès de sulfate de soude, j'ai un déficit qui s'explique très-naturellement, si l'on se rappelle que le degré brut donné par le sulfhydromètre est toujours un peu trop fort, parce que l'iode agit sur tous les sels à réaction alcaline et sur les sulfites ou hyposulfites que contient l'eau. L'analyse par l'azotate d'argent s'accorde très-bien avec celle par le sulfate de plomb.

Il est donc évident que ce dernier sel ne réagit pas sur le silicate ; on peut, d'ailleurs, aisément s'assurer que le précipité qui se forme quand on agite l'eau sulfureuse naturelle avec du sulfate de plomb ne contient pas de silice. Ainsi donc, l'eau désulfurée de cette manière conserve intacte la réaction alcaline des carbonates et silicates qu'elle renferme, et on peut facilement s'assurer que cette réaction est insuffisante pour empêcher les caractères distinctifs du sulfure simple ou du sulfhydrate de sulfure de se montrer.

Enfin, j'ai examiné l'action que l'argent métallique exerce sur les eaux minérales à l'abri du contact de l'air.

L'argent métallique en feuilles minces n'est terni qu'au bout d'un temps assez long, lorsqu'il est mis au contact de l'eau minérale à l'abri de l'air. Cependant, il brunit un peu, probablement parce que l'oxygène de l'air tenu en dissolution dans l'eau provoque la décomposition de quelques traces du sulfure. Dans tous les cas, le degré sulfhydrométre baisse très-peu après son action, ce qui est d'accord avec les observations de MM. Boullay et O. Henry.

L'argent métallique en poudre agit, au contraire, sur l'eau avec une grande énergie; le degré sulfhydrométrique de celle-ci diminue de près de moitié après quelques minutes de contact.

Voici le résultat de quelques expériences :

Source de la Reine (septembre 1849).

Iode absorbé par un litre d'eau.	0,165°.
Conservée au contact des feuilles d'argent pendant 8 minutes.	0,158°.
Avec argent en poudre.	0,110°.

Ferras inférieure (février 1850).

Iode absorbé par un litre d'eau.	0,180°.
Avec argent en feuilles 10 minutes. . .	0,179°.
— en poudre 1 minute. . . .	0,120°.
— — après 2 heures de contact. .	0,090°.

J'avais pensé d'abord que cette action de l'argent en poudre dépendait de l'air que ce dernier avait condensé à cause de son état de porosité. Pour m'en assurer, j'ai fait bouillir ma poudre d'argent avec de l'eau distillée, pendant dix minutes; au bout de ce temps, j'en ai mêlé une certaine quantité avec de l'eau de la source Ferras inférieure, et j'ai constaté qu'après une minute de contact son titre était tombé à 0,120; c'est donc une action catalytique. Il est important d'être averti de ce fait; car si l'on croyait pouvoir séparer, à l'aide de l'argent en poudre *ainsi préparé*, l'acide sulfhydrique libre des sulfures alcalins, on s'exposerait à commettre des erreurs notables.

J'ai employé dans mes essais de l'argent en feuilles très-minces et très-brillantes, et j'ai trouvé,

comme M. Boullay et O. Henry, qu'il était à peine attaqué par l'eau à l'abri de l'air.

Si nous résumons maintenant les essais précédents, nous serons convaincus que le principe sulfureux des eaux minérales des Pyrénées est un monosulfure de sodium accompagné d'une trace insignifiante d'acide sulfhydrique qui provient de la décomposition du sulfure par l'action combinée de l'air, de l'eau et de la silice que celle-ci tient en dissolution. En effet :

1° Le sulfure de sodium est décomposé par la silice avec production de silicate de soude et dégagement d'acide sulfhydrique;

2° Le sulfhydrate de sulfure est décomposé, dès les premiers moments de l'ébullition, en sulfure simple et acide sulfhydrique;

3° Le sulfure simple fournit aussi de l'acide sulfhydrique quand on fait bouillir sa solution; mais ce n'est qu'en quantité très-minime et avec une lenteur incomparablement plus grande;

4° Les eaux sulfureuses des Pyrénées ne fournissent, par l'ébullition, qu'une très-faible quantité d'acide sulfhydrique libre. Un litre d'eau de la source Bayen (l'une des plus sulfureuses des Pyrénées) en donne à peine deux centimètres cubes après un quart d'heure d'ébullition (temps plus que suffisant pour décomposer le sulfhydrate de sulfure); elle devrait en donner 10° c. 7, si elle contenait ce dernier;

5° L'air que les eaux sulfureuses naturelles tien-

nent en dissolution, joignant son action à celle de l'acide silicique qu'elles renferment, est la cause de ce dégagement d'acide sulfhydrique;

6° Les sulfates de zinc et de manganèse employés en léger excès désulfurent complètement l'eau naturelle et les solutions artificielles de sulfure neutre; ils laissent, au contraire, de l'acide sulfhydrique libre dans les solutions de sulfhydrate de sulfure;

7° L'acétate de zinc et le sulfate de plomb pur désulfurent l'eau naturelle et les solutions de sulfure neutre, et laissent une liqueur dépourvue d'acidité; les solutions de sulfhydrate de sulfure laissent une liqueur franchement acide;

8° L'eau sulfureuse naturelle et les solutions de monosulfure sont désulfurées complètement par le carbonate de plomb; la liqueur désulfurée ne donne pas d'acide carbonique libre quand on la fait bouillir; les solutions de sulfhydrate de sulfure, traitées de la même manière, donnent un dégagement d'acide carbonique;

9° Les eaux sulfureuses des Pyrénées ne contiennent pas une quantité suffisante de carbonate ou de silicate de soude pour empêcher les réactions qui caractérisent le monosulfure ou le polysulfure de sodium de se produire;

10° J'ajouterai enfin, comme dernier argument en faveur de l'existence du monosulfure, ce fait que les eaux les plus sulfureuses des Pyrénées ne contiennent presque pas de sulfates, et qu'en géné-

ral, dans chaque localité, l'eau la plus sulfureuse est la moins sulfatée, et réciproquement. J'ai vérifié ce que j'avance ici, non-seulement sur les eaux de Luchon, mais aussi sur celles de Baréges, Saint-Sauveur, Cauterets, Bonnes, Eaux-Chaudes et Labassère. Si l'on voit la proportion des sulfates diminuer quand celle des sulfures augmente, n'est-on pas en droit d'en conclure qu'il est infiniment probable que les sulfates servent à la production des sulfures, d'où l'on peut déduire encore que ces monosulfates étant neutres doivent produire des sulfures? On peut se demander encore si la matière organique, dont l'existence est facile à reconnaître dans ces eaux, n'est pas la cause de la réduction des sulfates, et si dès-lors la distinction entre les eaux sulfureuses dites naturelles et les eaux dites accidentelles, considérée au point de vue de leur production, ne doit pas disparaître?

On a déjà vu que l'explication du dégagement d'acide sulfhydrique que produisent les eaux sulfureuses ne présente pas de difficulté; ces eaux, en effet, contiennent de l'oxygène et souvent des silicates avec excès d'acide. Lorsqu'elles sont exposées à l'air, l'acide carbonique de ce dernier intervient et facilite encore le dégagement de l'acide sulfhydrique; aussi n'est-il pas étonnant que les chimistes, qui ont analysé de l'eau qui n'a pas été prise immédiatement au sortir de la roche, y aient trouvé une proportion notable de silicate ou de carbonate de soude. Lorsque Anglada fit ses expériences sur les

eaux de Bagnères-de-Luchon, les sources étaient loin d'être captées comme elles le sont aujourd'hui; les variations de volume et de température qu'elles éprouvaient à la suite des pluies ou des fontes de neige étaient considérables, et ces eaux étaient loin d'être aussi bien conservées qu'elles le sont actuellement.

Tout porte à penser que l'eau sulfureuse thermale emprunte les silicates qu'elle renferme aux roches qu'elle traverse; or, le granit et la plupart des autres roches qui sont en contact avec elles, à Luchon et dans beaucoup d'autres localités, contiennent du feldspath orthose qui ne peut fournir que des silicates d'alumine et de potasse; tandis que le silicate de soude domine dans le résidu de l'évaporation de ces eaux. Ce fait est facilement explicable, quand on admet que le silicate de soude est un produit secondaire formé par l'action de l'acide silicique emprunté au granit sur le sulfure de sodium; on s'explique aussi aisément pourquoi l'eau contient des silicates de chaux et de magnésie qu'on sait exister dans ces roches. Tout devient difficile à expliquer, au contraire, si l'on veut, pour soutenir la théorie du sulfhydrate, admettre la préexistence d'une proportion notable de silicate de soude.

Je me crois donc autorisé, par les faits et les considérations qui précèdent, à regarder ces eaux comme étant minéralisées par le monosulfure de sodium.

DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DES EAUX SULFUREUSES THERMALES.

Quand on visite avec soin les principales stations thermales des Pyrénées, on ne peut manquer d'être frappé de l'abondance de la matière organique ou organisée que quelques sources déposent pendant leur trajet. Je dis matière organique ou organisée, parce que, s'il est parfaitement démontré que les filaments blancs que charrient ces eaux ou qui s'attachent sur les parois de leurs conduits sont vraiment organisés et possèdent tous les caractères d'un végétal bien déterminé, l'organisation de la matière, d'apparence gélatineuse que d'autres eaux abandonnent sur leur passage, est loin d'être aussi bien démontrée.

On s'est demandé bien souvent si une bonne part de l'action bienfaisante des eaux sulfureuses naturelles ne revenait pas à cette matière organique dont l'étude a été si longtemps négligée. Il y aurait, disait Bordeu, beaucoup de recherches à faire par rapport à ces glaires; le temps nous apprendra beaucoup. Je ne puis pas me persuader qu'elles n'aient pas des usages fort étendus.

Cette matière glaireuse, comme l'appelait Anglada, accompagne avec tant de constance les eaux sulfureuses des Pyrénées, que ce savant n'hésitait pas à considérer, comme ayant été primitivement sulfureuses, les sources dans lesquelles il en décou-

vrait les moindres vestiges, quand même les réactifs les plus sensibles n'y décélaient plus l'existence de l'acide sulfhydrique ou des sulfures alcalins.

Les divers auteurs qui ont écrit sur la matière organique des eaux sulfureuses thermales n'en ont pas toujours décrit les propriétés avec tout le soin désirable. Il en résulte que, si l'on prend à la lettre ce que chacun d'eux dit de celle qu'il a observée, on sera tenté de croire que la matière contenue dans certaines sources est fort différente de celle qu'on trouve dans d'autres; il arrive même quelquefois que la substance observée dans la même source et par le même auteur a reçu de lui plusieurs noms différents : c'est qu'en effet cette matière peut être observée sous deux états parfaitement distincts : 1° A l'état de dissolution; 2° à l'état de suspension dans l'eau ou attachée à la surface des corps qui sont immergés dans la source. et, dans ce dernier cas, elle est tantôt organisée et constitue une véritable plante, tantôt dépourvue d'organisation apparente.

Il importe, pour mettre un peu d'ordre dans l'étude de cette substance, de l'examiner sous chacun de ces états.

§ 1. *Matière qui est en dissolution dans l'eau.*

La plupart des auteurs qui ont analysé les eaux des diverses sources sulfureuses y ont signalé, indépendamment de la substance, soit floconneuse,

soit filamenteuse, qu'elles tiennent assez souvent en suspension, une matière organique dont il est facile de constater l'existence dans les eaux qui ont subi un certain degré de concentration. Plusieurs d'entre eux ont reconnu qu'elle présentait une analogie de propriétés assez marquée avec les substances d'origine animale.

En parcourant les travaux de Campardon, Richard, Poumier, Raulin, Fourcroy, Salaignac, Dispan, Magnes, etc., on trouve que les recherches de ces chimistes ont porté assez souvent sur la substance organique qui se trouve dans le résidu de l'évaporation des eaux; mais toutes les recherches qui ont été faites sur ce sujet antérieurement à celles d'Anglada laissent beaucoup à désirer, parce que, comme je l'ai dit plus haut, leurs auteurs n'ont pas toujours suffisamment distingué la matière dissoute de celle qui est déposée par l'eau ou suspendue dans ce liquide.

Anglada, le premier, a soumis à des expériences variées chacune de ces substances, et c'est des travaux de cet habile professeur que j'ai retiré la majeure partie des documents que renferme ce chapitre.

Ce qu'il y a de certain, dit Anglada, après avoir signalé les divergences des auteurs qui l'ont précédé, c'est que cette matière organique, commune aux eaux sulfureuses, est un composé azotifère, chimiquement analogue, par sa nature, aux substances animales ou végéto-animales.

Cet habile chimiste a retrouvé la même matière parmi les produits de l'évaporation des eaux d'Arles, de la Preste, d'Escaldas, de Thués, du Vernet; en un mot, de toutes les eaux sulfureuses qu'il a analysées, et dans toutes il l'a trouvée revêtue des mêmes caractères; il n'hésite pas à déclarer que tout porte à penser qu'on la découvrira dans toutes les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées et dans celles qui leur sont analogues.

Les principaux indices auxquels on peut reconnaître la présence et la nature de cet ingrédient remarquable des eaux sont les suivants :

1° L'eau, suffisamment concentrée, est d'une teinte jaune plus ou moins foncée; elle exhale une odeur sensible de bouillon;

2° Evaporé à siccité, à l'aide d'une chaleur très-douce, le résidu de l'évaporation de ces eaux est d'une couleur jaune-brunâtre noircissant et se charbonnant par la chaleur. Ce résidu jaunâtre se dissout en partie dans l'eau; cependant, une petite quantité de la matière organique refuse de se dissoudre;

3° Si l'on chauffe cette substance jaunâtre au point de la carboniser, il est aisé de constater qu'il s'en dégage un peu d'ammoniaque;

4° Le résidu charbonneux contient un peu de cyanure alcalin; car, si on le traite par l'eau et par un sel de fer, il donne une petite quantité de bleu de Prusse.

La dissolution aqueuse de cette matière organi-

que reste limpide quand on y verse un peu d'acide acétique. Ce caractère distingue bien la substance organique des eaux sulfureuses de celle que Vauquelin avait trouvée dans les eaux de Plombières, puisque cette dernière était précipitée par l'acide acétique.

Cette même dissolution fournit un abondant précipité avec les sels de plomb; ce précipité, qui est d'un blanc jaunâtre, noircit lorsqu'on le fait chauffer un peu fortement et donne lieu à un dégagement sensible d'ammoniaque.

L'azotate d'argent y produit un précipité blanc qui ne tarde pas à prendre une teinte rougeâtre (1) fort différente de la teinte violette que prend le chlorure d'argent sous l'influence de la lumière. Cette dernière réaction établit une analogie assez marquée entre les propriétés de la substance organique des eaux sulfureuses et celles de l'acide crénique. Le chlorure d'or y produit avec lenteur un précipité dans lequel il est aisé de constater la présence de la matière organique.

Le bichlorure de mercure n'agit qu'avec lenteur sur cette dissolution; cependant, il y détermine, après 24 heures, un léger précipité jaunâtre qui, desséché et calciné, se charbonne comme les précédents.

Anglada considère la glairine tenue en dissolution par l'eau minérale comme étant identique avec

(1) Anglada, 2e Mémoire, page 227.

celle qu'il désigne sous le nom de glaires et qu'on trouve à l'état libre dans les canaux que parcourent les sources ou dans les réservoirs où l'on conserve leurs eaux ; il reconnaît pourtant qu'elles présentent quelques différences dans leurs caractères. Ainsi, la glairine qui se trouve dans le résidu de l'évaporation de l'eau minérale est bien plus soluble dans l'eau que celle qu'on trouve à l'état libre dans ce liquide; mais il ne faut pas perdre de vue, dit-il, que la matière que nous trouvons dans le résidu de l'évaporation a pu subir pendant le cours de cette dernière des modifications profondes, soit de la part de l'air, soit de la part des sels que contient l'eau minérale, et notamment du carbonate alcalin, et c'est peut-être la cause des différences qu'on remarque entre ces deux substances.

Les glaires qu'on trouve dans les conduits ou les réservoirs sont peu solubles dans l'eau à la température ordinaire; mais, si on les fait chauffer avec l'eau dans le digesteur, elles se dissolvent en partie, et la dissolution claire laisse déposer pendant son refroidissement une matière d'apparence gélatineuse entièrement semblable aux glaires que l'eau sulfureuse abandonne au contact de l'air. Il ne faut donc pas s'étonner si cette substance organique qui nous paraît insoluble est pourtant dissoute dans l'eau minérale ; car il est très-possible que la dissolution ait eu lieu dans les entrailles de la terre à une température supérieure à 100 degrés, et qu'elle se sépare ensuite de l'eau

pendant son refroidissement au contact de l'air, absolument comme elle se sépare de la dissolution qu'on obtient quand on la fait chauffer avec de l'eau dans le digesteur.

La quantité de matière organique, dissoute dans les diverses eaux sulfureuses, est loin d'être la même, et, sous ce rapport, les sources présentent des différences tout aussi marquées que sous le rapport de la quantité de sulfure alcalin.

Pour évaluer la proportion de la matière organique, Anglada faisait chauffer le résidu de l'évaporation de l'eau à une température de 100 degrés jusqu'à ce qu'il ne changeât plus de poids; il pesait alors avec soin la capsule qui le renfermait et la soumettait ensuite à l'action d'une forte chaleur. Lorsque la calcination était tout-à-fait complète, il versait sur la matière calcinée quelques gouttes d'eau, et faisait sécher de nouveau le résidu à la température de 100 degrés; après quoi, il pesait de nouveau la capsule. La différence observée entre les deux pesées était envisagée comme donnant le poids de la matière organique détruite par le feu.

Il résulte des recherches d'Anglada que, dans les Pyrénées-Orientales, les sources les plus chaudes sont, en général, les plus riches en glairine; il ne paraît pas exister de relation bien marquée entre la richesse des eaux en sulfure de sodium et la proportion de matière organique qu'elles renferment.

Ainsi, les eaux du Vernet, qui sont très-sulfureuses, se sont montrées les plus pauvres en glai-

rine. Les eaux de la Preste, comparées à celles de Molitg, se montrent plus chargées de glaires et moins riches en principe sulfureux. A Arles, les eaux de la source Manjolet l'emportent sur celles de la grande source par la proportion de glairine et sont moins sulfureuses.

M. Fontan dit, au contraire, que les eaux les plus sulfureuses lui ont paru les plus riches en matière organique ; mais il ne rapporte aucune expérience à l'appui de sa manière de voir. Les objections qu'on pourrait tirer contre l'opinion d'Anglada du peu de précision que comportent les procédés auxquels il a eu recours pour doser la substance organique n'ont pas une grande valeur, puisque le procédé a été le même pour toutes les eaux analysées par ce chimiste, et que, si les résultats qui sont consignés dans ses mémoires ne sont pas d'une exactitude absolue, les rapports qu'ils indiquent entre les diverses sources doivent approcher de la vérité.

La quantité de glairine que les eaux des Pyrénées amènent des profondeurs de la terre à sa surface est énorme. Je vais, pour en donner une idée, rapporter les résultats des calculs d'Anglada : « La » grande source des bains d'Arles qui alimente l'éta- » blissement thermal, et dont j'ai présenté les eaux » comme contenant 0 gr. 0215 de matière pseudo- » organique par 100 pouces cubes de liquide, four- » nit, toutes les 24 heures, 32500 pieds cubes d'eau » et entraîne, par conséquent, hors de terre, dans

» le même temps, 12074 gr. 4 de matière pseudo-
» organique. Cette matière est ainsi évaluée à l'état
» sec, sinon de sècheresse absolue, du moins à
» l'état hygrométrique que fixe la température de
» l'eau bouillante. Or, l'on a vu que 25 grammes de
» glaires blanches, dans leur état naturel, ne lais-
» saient que 0 gr. 4 de résidu séché à 100°, ce qui
» donne l'agrégat glaireux dans l'état hydraté,
» comme formé de 24 gr. 6 d'eau et de 0 gr. 4 de
» glairine séchée au bain-marie, d'où l'on est amené
» à conclure que la quantité de glairine hydratée
» que fournit, en un seul jour, la source d'Arles,
» égale 754 kilogrammes 640 grammes, quantité
» déjà assez élevée pour étonner l'imagination. »

Un calcul du même genre nous montre la source d'Escaldas comme fournissant 812 kilogrammes par jour de glairine hydratée; les eaux de Thués en donneraient à peu près 2800 kilogrammes (1).

J'ai fait moi-même quelques essais sur la matière organique tenue en dissolution par les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées; je lui ai reconnu des caractères analogues à ceux que lui avait assignés Anglada. En examinant l'eau de la source de la Reine, réduite par évaporation à un très-petit volume, j'ai constaté que la proportion de matière organique n'y est pas constante; la difficulté qu'on éprouve à doser rigoureusement de pareils composés m'interdit d'exprimer les résultats que j'ai obte-

(1) Anglada, 2e Mémoire, page 238.

nus par des chiffres, dont il ne me serait pas possible de garantir l'exactitude; mais je ne conserve aucun doute sur les variations que je viens de signaler, car elles sont évidentes et faciles à constater.

On a beaucoup discuté sur l'origine de cette matière organique, et toutes les hypothèses qu'on a produites jusqu'à ce jour sont loin de nous avoir éclairé d'une manière satisfaisante; si j'avais à émettre une opinion sur ce sujet, je dirais qu'à mon avis l'origine de la substance organique, dont on a constaté l'existence dans les eaux sulfureuses thermales, doit être fort analogue à celle des matières organiques qu'on trouve dans d'autres eaux minérales : Vichy, Carlsbad, etc. En général, les matières organiques tenues en dissolution, soit par les eaux minérales, soit par les eaux potables, sont de nature azotée; quand on les trouve dans des eaux qui coulent à la surface du sol, on ne s'enquiert pas de leur origine; mais quand on les voit faire partie de certaines eaux thermales qui viennent évidemment d'une grande profondeur, on peut se demander d'où elles viennent. Il me semble assez naturel de penser que les eaux minérales ont pris à la surface du sol la matière organique, qu'elles l'ont entraînée avec elles dans des profondeurs, et la ramènent avec elles à la surface. On s'expliquerait alors sans peine pourquoi la source de cette matière semble être intarissable, et pourquoi sa quantité varie dans les mêmes eaux prises à différentes époques.

Ce qui donne au moins une apparence de raison à cette hypothèse, c'est qu'il existe des relations évidentes, incontestables, entre les eaux qui coulent à la surface de la terre et les eaux thermales qui viennent des profondeurs. C'est sur ces relations qu'est fondé en partie le système de captage et d'aménagement employé avec tant d'habileté par M. François à Bagnères-de-Luchon et à Ussat. Ne sait-on pas d'ailleurs, depuis longtemps, que les eaux de Brig-Baden, en Valais, restent neuf mois de l'année à 34 ou 35° centigrades, et acquièrent tout-à-coup une température de 45 à 50°, lorsque la fonte des neiges du glacier de L'Yung-Frau permet d'arroser les pâturages immenses qui en entourent la base, au-dessous de laquelle on voit sourdre, au niveau du lit du Rhône, la source thermale dont il s'agit? Les changements de volume et de température que subissent à diverses époques, et notamment à l'époque des fontes de neige, les sources de certaines localités, les changements plus légers, mais pourtant bien sensibles, qui s'y manifestent, lorsque le baromètre suit une marche régulièrement ascendante ou descendante, ne témoignent-ils pas aussi de ces rapports qui existent entre les eaux qui sont situées à une grande profondeur et celles qui sont à la surface? M. François, qui a si bien étudié les eaux des Pyrénées, a vu que certaines sources sulfureuses thermales de Bagnères-de-Luchon communiquent évidemment avec l'eau de la source Froide qui coule

dans les galeries souterraines ; c'est ainsi qu'il a pu faire disparaître ou reparaître à volonté ces sources, qu'il en a fait varier le débit, la température et la minéralisation , en élevant ou abaissant le niveau de l'eau froide qui circule autour d'elles.

Le mélange des eaux extérieures avec les eaux minérales doit avoir lieu quelquefois à de grandes profondeurs, puisqu'on voit, à Bagnères-de-Luchon, des sources augmenter considérablement de volume au moment des grandes fontes de neige, sans que leur température ait baissé d'une manière sensible. J'en ai cité plus haut des exemples.

Si l'on admet que les sources thermales sont alimentées par les eaux qui, de la surface du sol, pénètrent lentement dans les profondeurs où elles vont dissoudre, quelquefois sans doute à une grande distance de leur point de départ, les substances qui les minéralisent, l'origine de la matière organique est moins difficile à concevoir que si l'on fait toute autre hypothèse. L'on objectera peut-être à cette manière de voir la nature toute particulière de la substance organique des eaux sulfureuses ; mais cette objection ne me paraît pas très-sérieuse. Il est clair, en effet, que cette matière ne peut pas pénétrer à une profondeur considérable, y subir l'action d'une température qui est souvent très-élevée, se trouver en présence de composés aussi actifs que le sulfure de sodium et les sels qui l'accompagnent, sans éprouver des modifications toutes spéciales, toutes particulières, et qui doivent être de nature à

la caractériser. On pourrait aussi m'objecter qu'il arrive souvent que des sources thermales simples naissent à peu de distance des eaux sulfureuses et sont dépourvues de cette matière, tandis qu'on la trouve toujours dans ces dernières. Cette objection n'a pas, selon moi, toute la portée qu'on croirait pouvoir lui attribuer tout d'abord; ne voit-on pas tous les jours, à la surface du sol, des sources très-voisines jouir pourtant de propriétés fort différentes; et, sans sortir des Pyrénées, ne trouve-t-on pas dans les galeries souterraines, où sourdent les sources sulfureuses de Bagnères-de-Luchon, des eaux franchement ferrugineuses à quelques mètres à peine de distance des eaux sulfureuses, et d'une eau froide qui n'est ni sulfureuse ni ferrugineuse. Il est aisé de concevoir que des sources qui pénètrent dans les profondeurs, étant dépourvues de matière organique, auront beaucoup de chances d'en ressortir sans en avoir rencontré sur leur passage. Les eaux qu'Anglada désignait sous le nom de thermales simples seraient précisément dans ce cas. L'étude de ces eaux serait peut-être de nature à jeter un grand jour sur la cause de la minéralisation des sources sulfureuses des Pyrénées; car si les sources renfermaient en sulfate de soude l'équivalent, ou à peu près, du sulfure de sodium que contiennent les eaux sulfureuses voisines, on pourrait, sans trop forcer les conséquences, en déduire qu'il n'est pas impossible que l'absence de la matière organique, dont l'action réductrice eût pu transformer les sul-

fates en sulfures, est la cause de l'absence de ces derniers dans l'eau.

Je n'insisterai pas davantage, pour le moment, sur ces considérations ; car j'aurai occasion d'y revenir dans le courant de cet ouvrage.

§ 2. *Matière organique (non organisée) qui est déposée par les eaux sulfureuses.*

On trouve assez souvent, dans les conduits que parcourent les eaux sulfureuses, ou dans leurs réservoirs, une matière d'apparence gélatineuse, amorphe, tantôt translucide, tantôt rendue opaque par l'interposition de matières étrangères, comme je l'indiquerai plus tard. Le plus ordinairement elle est d'un blanc très-légèrement grisâtre, molle, douce, et onctueuse au toucher ; quelquefois, elle est opaque et présente un aspect membraneux assez prononcé. J'ai eu occasion de trouver une assez grande quantité de cette dernière à la partie supérieure des trous qui ont été percés dans l'un des murs de la galerie de la Reine, à Luchon, pour donner issue à l'eau des griffons isolés, dont l'ensemble constitue cette source. On trouve dans plusieurs anciens auteurs la description des caractères extérieurs de cette substance. Bordeu la comparait au blanc d'œuf. Anglada parle de variétés de glairine qu'il appelle muqueuse, membraneuse, et compacte zonaire. Longchamps s'en est aussi occupé. M. Fontan en a donné une très-bonne description :

il a même exécuté sur elle des essais plus complets que ceux des auteurs que j'ai déjà signalés.

L'étude microscopique de cette substance a été également faite par M. Turpin, aux travaux duquel j'emprunte le passage suivant :

« La barégine qui m'a été remise par M. Long-
» champs, ressemble à une gelée animale ou
» végétale, car on peut la comparer tout aussi bien
» à de la colle-forte, presque dissoute, qu'à de la
» gelée de pomme ou de coing.

» Lorsque, sous le microscope armé du grossisse-
» ment d'environ trois cents diamètres, on examine,
» entre deux lames de verre, de petites portions de
» cette barégine, on reconnait que ce n'est point une
» matière organique simple, homogène, mais bien
» un agglomérat composé des parties suivantes :
» 1° une sorte de gangue muqueuse, chaotique,
» formée d'une grande quantité de particules orga-
» niques transparentes, sans couleur et sans mou-
» vement monadaire ; particules provenant sans
» doute de nombreux débris ou détriments d'orga-
» nisation végétales et animales qui ont précédé.

» 2° Un nombre assez considérable de sporules
» globuleuses ou ovoïdes, excessivement petites,
» enveloppées dans le mucus inorganisé de la gan-
» gue, qui leur sert en même temps d'habitation
» et de nourriture, et dont quelques-unes sont dans
» un état de germination plus ou moins avancé.
» Ces filaments, d'une ténuité extrême, sont blancs,
» transparents, sans cloisons, non rameux : ils

» annoncent le début d'une végétation confervoïde, » sans doute bien connue, et sans doute aussi le » commencement de ces longs filaments blancs que » M. Longchamps, qui les a vus flottants dans l'eau » des bains, compare à de la filasse, et qui, plus » tard, dans certaines conditions favorables à cette » végétation, forment alors, suivant l'expression » de l'auteur, de la barégine verte filamenteuse. » Parmi ces deux composants, les particules orga- » niques et les sporules organisées, se voient, en » outre, quelques autres corps, tels que des grains » de sable et des débris méconnaissables, dus pro- » bablement à des végétaux et à des animaux infu- » soires décomposés. (1) »

Dans cette substance gélatineuse, se trouvent donc, d'après M. Turpin, une substance dépourvue d'organisation, au milieu de laquelle sont engagés des sporules, et c'est à la présence et au développement de ces sporules que sont dues les végétations filamenteuses blanches, puis vertes, et non à la substance gélatineuse qui ne peut s'organiser d'elle-même, qui seule peut, tout au plus, servir de nourriture à cette conferve.

D'après M. Turpin, la prétendue barégine des eaux de Néris est un nostoch.

La matière organique des eaux sulfureuses est ordinairement en dissolution à leur sortie du sol, et ce n'est qu'à grand'peine qu'on peut se procurer

(1) *Comptes-Rendus de l'Institut*, t. II, p. 17.

des traces de glairine à leur point d'émergence ; le contact de l'air paraît être la principale cause de sa précipitation. Cette circonstance n'avait pas échappé à Anglada, car après avoir décrit les précautions minutieuses auxquelles il avait dû recourir pour se procurer, à l'aide d'un tamis, des quantités très-faibles de cette substance, il s'exprime ainsi :

« J'ai été peu surpris des difficultés que l'on » éprouve à retenir ainsi la glairine au point d'é- » mergence des sources, lorsque j'ai pu me con- » vaincre de l'extrême petitesse de ses proportions » dans l'eau et de la lenteur avec laquelle elle » s'amasse *tant qu'elle n'a point le contact de l'air,* » *sous l'influence duquel les flocons semblent se* » *former ; car la majeure partie de la glairine*, » *entraînée par les eaux, s'y trouve dans un état* » *de dissolution* (1).

» On dirait que *le contact de l'air* modifie la na- » ture de cette substance dissoute par les eaux, de » manière à décider subitement la précipitation de » ces flocons. »

Certaines eaux laissent déposer en abondance cette matière amorphe et d'apparence gélatineuse ; d'autres, au contraire, n'en fournissent pas de trace dans leur trajet. J'ai trouvé de la glairine en très-grande quantité dans le petit bassin de réception des eaux de César et des Espagnols, à Cauterets ; je n'en ai trouvé que fort peu dans les réservoirs ou

(1) Anglada, 2e Mémoire, page 130.

les conduits des anciennes sources de Bagnères-de-Luchon ; j'en ai pourtant découvert une fois auprès de l'un des griffons de la Reine, ainsi que je l'ai dit plus haut. Dans cette localité la glairine se dépose avec beaucoup plus d'abondance dans les anciennes sources que dans les nouvelles, qui sont en général moins chaudes et plus sulfureuses que les anciennes ; mais comme ces sources reçoivent dans leur trajet quelques filets d'eau ferrugineuse, il s'y produit un peu de sulfure de fer qui colore en noir la matière organique. J'ai recueilli, dans les conduits des sources des groupes de Bordeu, de Sengez et du Bosquet une assez forte quantité de substance gélatineuse noire qui possédait tous les caractères d'un mélange de glairine et de sulfure de fer hydraté. Lorsque je traitais cette gelée noire par de l'acide sulfurique très-étendu, elle lui cédait du fer, et se décolorait de manière à présenter l'aspect de la glairine ordinaire.

L'eau qui fournit cette glairine noire est pourtant incolore et ne paraît pas charrier de sulfure de fer ; il est cependant probable qu'elle contient un peu de ce sulfure dissous à la faveur du sulfure alcalin ; la matière organique, en se précipitant, déterminerait alors la séparation du sulfure de fer. Ce fait n'a rien de bien extraordinaire, car il arrive très-souvent que les précipités qui prennent naissance dans un liquide entraînent une partie des matières qui s'y trouvaient en dissolution. L'affinité du sulfure de fer pour le sulfure de sodium

pourrait très-bien n'être pas assez forte pour empêcher l'effet de l'attraction que la glairine exerce sur lui. J'ai vu, dans mes recherches sur les pouvoirs décolorants des corps solides, du sulfate de baryte que je produisais dans une dissolution d'acide sulfindigotique entraîner avec lui la totalité de l'indigotine, quand même il restait dans la liqueur beaucoup plus d'acide sulfurique qu'il n'en fallait pour tenir la matière colorante en dissolution.

Il me serait impossible de dire pourquoi certaines sources laissent ainsi déposer une grande quantité de glairine, tandis que d'autres n'en fournissent que peu ou point; les observations que j'ai pu faire ne m'ont laissé apercevoir aucun fait saillant qui fût de nature à m'éclairer sur la causede ces différences. Ainsi je n'ai pas pu m'expliquer pourquoi je ne trouvais à Cauterets, dans le bassin de réception des sources de César et des Espagnols, que de la barégine, sans aucune trace de sulfuraire, quoique l'eau de ces sources fût assez refroidie au point où je l'examinais pour que la sulfuraire pût s'y développer.

Je ne m'explique pas davantage pourquoi les anciennes sources de Luchon ne laissent déposer que des traces de glairine, tandis que j'en trouve beaucoup dans les nouvelles. Ces différences dépendent-elles de la nature de la substance organique qui ne serait pas la même dans toutes les sources, ou bien faut-il les attribuer à des circonstances extérieures qui exerceraient une influence différente sur la matière dissoute dans l'eau? C'est

ce qu'un examen attentif des faits pourrait nous apprendre ; mais des observations de ce genre exigeront probablement beaucoup de temps et ne pourront être bien faites que par les hommes qui séjournent auprès des établissements thermaux.

En examinant au microscope la glairine que j'ai recueillie à Cauterets, j'ai trouvé qu'elle était formée en très-grande partie par une substance amorphe, entièrement semblable à celle qui a été décrite par M. Turpin, et en partie par de petits granules arrondis; on y apercevait aussi quelques animalcules infusoires (rotifères) et des débris de conferves, dont je n'ai pas pu déterminer l'espèce, vu leur peu de conservation.

La masse blanche couenneuse, que j'avais trouvée auprès de l'un des naissants de la Reine, était formée en totalité de granules extrêmement fins qui se présentaient comme de petits points noirs, même lorsqu'on les voyait sous un grossissement de 500 diamètres; elle était évidemment constituée d'une manière différente de celle que j'avais recueillie à Cauterets dans le bassin de réception des sources de César et des Espagnols, et à Luchon dans les conduits des sources de Bordeu, Sengez, Bosquet, etc.

J'ai examiné aussi une matière gélatineuse et d'un aspect entièrement semblable à de la barégine, que j'avais trouvée sur l'un des murs de la galerie Lachapelle, à Bagnères de Luchon ; j'y ai trouvé des débris de conferves disséminés dans une substance amorphe et des infusoires assez nombreux

(des leucophres, des anguillules analogues à celles qu'on trouve dans le vinaigre, et des hydatides). Cette substance avait été déposée par de l'eau froide non sulfureuse. La glairine que j'ai retirée des conduits que parcourt l'eau des nouvelles sources de Bagnères-de-Luchon était, comme je l'ai dit plus haut, d'une belle couleur noire ; traitée par de l'acide sulfurique faible, elle lui cédait un peu de fer et prenait la teinte grisâtre de la barégine normale ; traitée par une solution bouillante de potasse caustique, elle ne s'y dissolvait qu'en partie ; la matière insoluble m'a paru fort analogue à de la cellulose. La solution alcaline étant saturée par de l'acide acétique ne fournit pas de précipité ; l'acide phosphorique y détermine la formation d'un précipité blanc qui se comporte avec les réactifs comme les substances albuminoïdes. Ceci justifie la dénomination de matière végéto-animale qui a été depuis longtemps imposée à ces sortes de productions.

La matière d'apparence gélatineuse qui se dépose dans certaines sources des Pyrénées-Orientales est quelquefois colorée en rouge. Anglada signale dans ses mémoires la glairine rouge qu'il a trouvée dans les sources de Thués, comme possédant une odeur de violette très-prononcée. Ce sont, dit-il, ordinairement des sources à température très-élevée qui fournissent ainsi de la glairine rouge.

J'ai observé une très-grande quantité de barégine d'une couleur rose bien prononcée dans l'une des grottes où coulent quelques sources de l'établisse-

ment du Teich, à Ax; j'ai trouvé de la barégine, d'un très-beau rouge carmin, à Merens (Ariége), dans une source dont la température était de 36°. Cette barégine vue au microscope se composait de petites monades d'une belle couleur, et dont la forme m'a paru la même que celle de l'espèce que MM. Joly et Fontan ont vue dans les eaux sulfuré-calciques de Salies, et qu'ils ont décrite sous le nom de *Monas sulfuraria* (1); seulement, l'espèce que j'ai observée dans l'eau de Merens était d'une taille beaucoup plus petite que celle des eaux de Salies. On y voyait aussi une multitude de filaments confervoïdes qui n'étaient pas colorés.

M. Bouis fils a fait des recherches fort curieuses sur la matière organique des eaux thermales des Pyrénées; il y a trouvé des traces d'iode (2); il a comparé la barégine et la sulfuraire aux matières albuminoïdes avec lesquelles on avait cru reconnaître qu'elles présentent une certaine analogie, et il a vu que la composition chimique les en éloignait beaucoup. « Aussi, dit-il, imite-t-on la nature en » faisant un bain sulfureux avec une dissolution » sulfurée et de la gélatine, comme ceux qui font » du vin avec de l'eau, de l'eau-de-vie et du bois de » campêche ou toute autre matière colorante. »

(1) *Histoire et Mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse*, 3e série, t. I, p. 116.

(2) M. O. Henry avait déjà découvert l'iode dans la barégine à une époque antérieure.

Il résulte des analyses de M. Bouis que la glairine pure, non organisée, contient en moyenne 8 p. % d'azote, tandis que dans les matières animales dites protéiques cette proportion est de 16 p. %.

M. Bouis a vu, en outre, qu'à mesure que la glairine s'organise sous l'influence des agents extérieurs pour se transformer en sulfuraire, la proportion d'azote diminue. Il se propose de tenter de nouvelles recherches pour s'assurer si cette déperdition d'azote va toujours en diminuant graduellement jusqu'aux plantes des classes inférieures dans lesquelles l'azote est en petite proportion, et qui sont presque en totalité formées de cellulose (1).

Les résultats obtenus par M. Bouis et ceux que j'ai obtenus moi-même sont parfaitement en rapport avec les recherches antérieures d'Anglada. Le savant professeur de Montpellier n'avait pas manqué de s'apercevoir que la glairine est moins riche en azote que les matières albuminoïdes. En soumettant à une chaleur suffisante pour les décomposer de l'albumine, de la gélatine et de la glairine, il avait constaté : 1° que l'albumine du blanc d'œuf laisse dégager plus d'acide sulfhydrique qu'on n'en obtient de la glaire la plus riche ; 2° que l'albumine et la gélatine produisent bien plus de carbonate d'ammoniaque ; 3° qu'en subissant l'action de la chaleur qui les dénature et les amène à l'état charbonneux, les

(1) *Recherches sur les eaux thermales alcalines, sulfureuses et non sulfureuses d'Olette* (1852).

deux produits animaux subissent une sorte de fusion et de boursouflement qui ne se produit pas quand il s'agit de la glairine.

J'ai dit plus haut qu'Anglada avait constaté que la glairine, qui ne se dissout que très-difficilement dans l'eau même bouillante, se dissout en assez forte proportion dans le digesteur de Papin. La solution qu'on obtient ainsi se comporte avec les réactifs comme la matière qu'on trouve naturellement dissoute dans l'eau à sa sortie du sol. Mais ce qu'il y a de plus saillant, à mon avis, dans les résultats signalés par Anglada, c'est la tendance que possède la matière organique dissoute à jouer le rôle d'un acide faible (1).

Ce qui paraît ressortir le mieux de l'action des réactifs sur la glairine, dit ce chimiste, « c'est la » grande aptitude de celle-ci à décomposer quelques » sels métalliques et à former, avec leurs oxydes, » des combinaisons insolubles; *c'est la faculté de* » *saturer l'ammoniaque à la manière des aci-* » *des, etc.....* »

La potasse dissout imparfaitement la glairine. Si l'on sature cette dissolution par un acide, elle laisse déposer de légers flocons d'une matière blanche insoluble dans l'eau, qui possède les principaux caractères de la protéine. L'acide azotique réagit vivement sur la glairine et la détruit. Parmi les produits de l'action de l'acide azotique sur la glai-

(1) Anglada, 2e Mémoire, p. 180.

rine se trouvent l'acide oxalique et l'acide xanthro-protéique. Cette action de l'acide azotique semble indiquer que la glairine est un mélange de matière albuminoïde avec une substance qui doit se rapprocher de la cellulose ou de ses analogues, ce qui justifie le nom de matière végéto-animale qu'on lui avait donné.

§ 3. *De la matière organisée qu'on trouve dans les eaux sulfureuses des Pyrénées.*

La substance blanche et filamenteuse que l'on trouve dans les conduits que parcourent certaines sources avait été depuis longtemps remarquée par une multitude d'auteurs; mais c'est à M. Fontan que nous devons la connaissance de ses caractères les plus essentiels. Il résulte des expériences de M. Fontan que cette substance est une véritable conferve qui se rapproche, par quelques-uns de ses caractères, des oscillaires, des nostochs, et surtout des anabaines, mais qui en diffère par quelques traits spéciaux. C'est ainsi qu'elle se distingue des nostochs, en ce que ses filaments sont libres dans une grande étendue, tandis que dans les nostochs ils sont empâtés dans une mucosité visqueuse. Dans la sulfuraire, le tube est cylindrique et les globules égaux; dans les nostochs, le tube externe étant moulé sur les globules intérieurs présente des étranglements entre chacun d'eux; enfin, le globule terminal des nostochs se trouve souvent d'un dia-

mètre deux ou trois fois plus considérable que les autres globules.

La sulfuraire se distingue des oscillaires en ce que les ovules ont un diamètre égal dans tous les points de leur circonférence, tandis que les oscillaires ont le diamètre transversal des articles plus grand que le diamètre dans le sens de la longueur, et qu'il n'existe jamais de mouvement spontané dans la sulfuraire.

Il y a aussi, dit M. Fontan, une différence entre la sulfuraire et les anabaines avec lesquelles on a voulu la confondre, ou, si l'on veut la ranger dans cette tribu, c'est un genre nouveau. En effet, les anabaines qui ont pour caractère d'avoir un tube cylindrique, rempli de globules qui se touchent par deux de leurs extrémités, présentent comme caractère spécifique d'avoir certains de ces globules placés de distance en distance, qui sont plus gros que les autres.

La sulfuraire n'existe que dans les eaux sulfureuses, et on ne la trouve que dans celles dont la température est inférieure à 50° (1).

Quand la sulfuraire s'accumule dans certains conduits et qu'elle y séjourne longtemps, elle devient complètement noire dans toutes les parties qui ne sont pas en contact avec l'air; cette couleur est due à la production d'une certaine quantité de

(1) *Recherches sur les eaux minérales des Pyrénées*, p. 85 et suiv.

sulfure de fer dans le tissu de la conferve qui s'est décomposée.

Nous avons déjà vu que la glairine devient également noire dans les conduits des eaux de certaines sources à Bagnères-de-Luchon.

La sulfuraire et la barégine sont étrangères à l'action thérapeutique des eaux sulfureuses, ou du moins ne contribuent que rarement, et pour une faible part, à l'effet qu'elles produisent; car ces eaux ne contiennent ordinairement que quelques traces de ces matières en suspension; mais il n'en est probablement pas de même de la matière organique qui est en dissolution dans l'eau. Si l'on s'en rapporte aux analyses qui ont été publiées jusqu'à ce jour, la quantité de matière azotée, qui se trouve en dissolution dans les eaux sulfureuses de diverses localités, est loin d'être la même, et il est assez naturel de penser que les différences qu'on observe entre ces diverses sources, considérées au point de vue de leur action thérapeutique, sont dues, au moins en partie, à la proportion de matières organiques dont l'analyse y constate l'existence. Malheureusement les moyens dont on peut disposer pour déterminer la proportion de cette substance organique laissent beaucoup à désirer, et on a le droit de croire que les résultats qui ont été rapportés par les divers chimistes sont loin d'être d'une exactitude irréprochable.

Quoi qu'il en soit, j'ai rapproché, dans un même tableau, les quantités de matière organique dont

l'existence a été indiquée dans un même poids des diverses eaux sulfureuses des Pyrénées.

NOMS DES SOURCES	Quantité de glairine contenue	
	Dans un litre d'eau.	Dans un bain de 300 litres.
Amélie-les-Bains. Grande source. . .	0 gr. 010	3 gr.
Ax. Pyramide du Breilh.	0 037	11
Labassère.	0 120	36
Molitg.	0 020	6
Saint-Sauveur.	Traces.	Traces.
Vernet. Source du Torrent.	0 gr. 013	4 gr.
Saint-Antoine-de-Guaguo.	0 060	18
Luchon. Sources la Reine.	0 0315	9 45
— Source Bayen.	0 0347	10 41
— Grotte inférieure.	0 0280	8 40
— Bordeu.	0 0350	10 50
— Pré, n° 1.	0 0330	9 90
— Blanche.	0 0275	8 25
Olette. Source Saint-André.	0 gr. 340	10 gr. 2
— Source de la Cascade.	0 036	10 8

Les différences sont, comme on le voit, assez considérables pour qu'il soit impossible de n'en pas tenir compte ; il n'est pas sans intérêt de remarquer que l'eau de Labassère, qui est peut-être la moins altérable de toutes les eaux sulfureuses de la chaîne, est aussi la plus riche en matière organique.

Malheureusement, il est à craindre que les données, consignées dans ce tableau, ne soient pas aussi exactes qu'on pourrait le désirer. En effet, indépendamment des causes d'erreur inhérentes au mode opératoire qui a été employé par la plupart des chimistes, il en est une à laquelle on ne peut pas se soustraire avec facilité, c'est celle qui résulte

des variations qu'éprouve la quantité de matière organique contenue dans la même source, d'une époque à l'autre, variations qui sont fort considérables, au moins pour les eaux de Bagnères-de-Luchon ; il serait donc possible que l'on considérât comme contenant moins de glairine que d'autres certaines eaux qui auraient été analysées dans un moment où la proportion de matière organique s'y trouvait à son minimum, tandis qu'en reprenant l'analyse à une autre époque, on aurait obtenu des rapports entièrement différents.

Les dépôts de sulfuraire ou de barégine qu'on trouve dans certaines sources sont recueillis avec soin dans plusieurs localités thermales, et on les utilise comme des topiques dont on obtient d'excellents effets.

J'ai découvert l'existence de l'iode dans la sulfuraire et la barégine, recueillies à Cauterets, Ax, Merens, Bagnères-de-Luchon. Toutes ces substances organiques sont remarquables par l'énorme proportion de cendres qu'elles fournissent : 1 gramme de barégine sèche m'a fourni 0 gr. 127 de cendre ; j'ai trouvé dans cette cendre des traces de phosphates et beaucoup de fer. 1 gramme de sulfuraire m'a fourni 0 gr. 109 de cendre ; cette cendre était composée des mêmes éléments que la précédente. La production de la sulfuraire et de la barégine doit contribuer à appauvrir l'eau minérale ; il faut donc l'éviter autant qu'on le peut, et le meilleur moyen d'y parvenir consiste à préserver l'eau du contact de l'air.

ACTION DE L'AIR SUR LES EAUX SULFUREUSES.

Tous les chimistes qui ont étudié les eaux thermales sulfureuses ont remarqué leur extrême altérabilité; un parcours de quelques mètres au contact d'un air qui ne se renouvelle qu'avec difficulté suffit pour leur faire subir des changements plus ou moins profonds, dont il importe de bien connaître la cause pour pouvoir, au besoin, l'arrêter ou la maintenir dans des limites convenables.

Une étude attentive des principales eaux des Pyrénées m'a permis de reconnaître qu'elles sont loin d'être toutes également altérables, et que les sources de certaines stations thermales doivent peut-être, au moins en partie, à leur plus ou moins de résistance, à la décomposition, les propriétés thérapeutiques qui les distinguent des autres.

Les praticiens paraissent tous être d'accord sur ce fait que les eaux de Baréges, par exemple, n'agissent pas sur les malades absolument de la même manière que celles d'Ax ou de Bagnères-de-Luchon; il y a certainement entre ces sources des ressemblances considérables qu'on ne saurait méconnaître, et, dans un grand nombre de cas, l'on peut administrer indistinctement l'une ou l'autre d'entre elles pour combattre les mêmes affections; mais il est des cas particuliers dans lesquels l'expérience semble avoir prouvé qu'on ne saurait, sans inconvénient, suivre la même ligne de conduite, du

moins si l'on en croit les observations nombreuses qui ont été publiées à ce sujet.

Les eaux de Saint-Sauveur passent pour être douces, sédatives, hyposthénisantes; on en prescrit l'usage à des malades d'un tempérament nerveux, irritable, qui ne supporteraient pas l'action d'autres eaux sulfureuses qu'on a l'habitude de considérer comme étant beaucoup plus excitantes.

Les eaux de Bonnes et celles de la source de la Raillère, à Cauterets, ont la réputation de guérir ou du moins de soulager un grand nombre de malades atteints d'affections plus ou moins graves des voies respiratoires; malades, qu'à tort ou à raison, les médecins n'oseraient pas diriger vers d'autres établissements.

Les eaux d'Ax (Ariége), celles de certaines sources de Bagnères-de-Luchon, passent pour être les plus excitantes de toutes celles de la chaîne, et elles sont considérées comme réussissant mieux que d'autres dans le traitement des rhumatismes ou de certaines affections de la peau.

Je chercherai, plus tard, si la composition chimique de ces eaux permet de se rendre compte des différences qu'elles présentent au point de vue de leur action thérapeutique. J'examinerai alors si ce choix, auquel les meilleurs praticiens se sont depuis longtemps assujettis, est rationnel, s'il a été dicté par une sage interprétation des faits, ou si, au contraire, il est le résultat du caprice, de la mode, et s'il ne constitue qu'un grand préjugé. Je ne veux,

pour le moment, m'occuper que de l'influence que le plus ou moins de facilité avec laquelle les eaux sulfureuses de diverses localités se décomposent, au contact de l'air, peut exercer sur leur puissance médicatrice.

S'il est vrai, comme je le pense, que toutes les eaux sulfureuses des Pyrénées ne se conservent pas avec la même facilité au contact de l'air; si le principe sulfureux est retenu, enchaîné dans quelques-unes d'entre elles avec plus de force que dans les autres, n'est-il pas nécessaire de rechercher : 1° quelles sont les causes qui déterminent sa décomposition ; 2° si l'altération du sulfure alcalin, maintenue dans de certaines limites, ne communiquerait pas dans certains cas à l'eau minérale des propriétés nouvelles, précieuses peut-être, et dont il ne faudrait pas se priver sans nécessité ?

Et d'abord toutes les eaux sulfureuses des Pyrénées sont-elles également altérables ?

Un simple coup-d'œil jeté sur les travaux dont les sources des établissements les plus considérables des Pyrénées ont été l'objet, nous fournit immédiatement la preuve que les différences que je signale avaient été entrevues par quelques observateurs qui ne leur avaient pas attribué une importance aussi grande que celle que je leur attribue moi-même.

On avait déjà vu, à plusieurs reprises, que les eaux de Barèges et de Labassère, mises en bouteilles, et transportées loin de leur source, conservaient leurs qualités sulfureuses plus longtemps que d'au-

tres : on avait remarqué l'extrême fugacité du principe sulfureux des eaux de Bagnères-de-Luchon et on avait considéré ces dernières comme ne pouvant pas supporter le transport.

Des expériences, dont je ferai connaître les résultats dans quelques instants, m'autorisent à affirmer qu'on s'est trompé sur ce dernier point ; mais on ne saurait se faire une idée des précautions sans nombre dont on doit s'entourer quand on recueille de l'eau sulfureuse destinée à l'exportation ; un peu plus ou un peu moins d'air, laissé dans le goulot de la bouteille, suffit pour que la même eau, recueillie d'ailleurs avec des précautions minutieuses, enfermée dans des vases parfaitement bouchés, arrive à sa destination après avoir été altérée d'une manière si différente que souvent le liquide contenu dans deux bouteilles se comportera, si on l'analyse, comme s'il ne provenait pas de la même source.

Les essais suivants fourniront la preuve de ce que je viens d'avancer.

Je fis expédier à Paris, en 1850, une caisse d'eau minérale de Bagnères-de-Luchon qui était destinée aux expériences qu'une commission, chargée par l'Académie de Médecine d'examiner mes travaux, pourrait vouloir entreprendre. L'eau de chaque source avait été analysée, à l'aide du sulfhydromètre, au moment de la mise en bouteilles ; toutes les précautions nécessaires pour une bonne conservation avaient été prises autant que possible, et ces eaux arrivèrent à Paris dans un état de conservation

très-satisfaisant ; on en jugera par les chiffres suivants : (L'eau sulfureuse ne fut examinée que quelques mois après.)

NOMS DES SOURCES.	Iode absorbé à la source.	Iode absorbé à Paris.	Perte sur 100 parties.
Bayen.	0gr. 2585	0gr. 1980	23
Idem.	0 2585	0 2160	15
Reine.	0 1800	0 1240	30
Enceinte.	0 1655	0 1240	24
Lachapelle.	0 1070	0 0800	25
Bordeu, n° 3.	0 2210	0 2040	7
Pré, n° 1.	0 2230	0 1920	14
Ferras nouvelle.	0 1747	0 1460	16

On voit que la même eau (celle de la source Bayen), qui n'avait perdu que 15 p. % dans l'une des bouteilles, avait éprouvé une perte de 23 dans l'autre.

La décomposition de l'eau sulfureuse dans les bouteilles doit être attribuée à l'action que l'air, dissous dans l'eau elle-même, exerce sur le sulfure alcalin ; elle doit aussi être attribuée, en partie, à la présence de l'air qu'on est obligé d'emprisonner dans le vase ; aussi faut-il réduire, autant qu'on le peut, la quantité de gaz qu'on laisse à la surface de l'eau.

Voulant me rendre compte de la part qui revient à l'air dissous dans l'altération de l'eau sulfureuse, j'ai pris de l'eau de plusieurs sources de Bagnères-de-Luchon, j'en ai rempli des flacons bouchés à

l'émeri, de manière à ne pas laisser d'air dans leur intérieur.

Les flacons ainsi remplis ont été immédiatement immergés en entier, chacun dans la source où l'on avait puisé l'eau dont ils étaient remplis. Je les en ai retirés tantôt au bout d'une heure, tantôt au bout de deux heures, et j'ai analysé sur-le-champ leur contenu. Ici, l'air extérieur n'avait pu exercer aucune action sur l'eau minérale, et sa température n'avait éprouvé aucun changement; l'action de l'air dissous pouvait seule rendre compte des altérations; les résultats ont été les suivants :

DATES des expériences.	NOMS des SOURCES.	Quantité d'iode absorbée par un litre d'eau prise au griffon.	Quantité d'iode absorbée par un litre d'eau conservée.	Temps pendant lequel l'eau a été conservée.	Perte pour 100.
3 sept. 1849.	Reine.	0,1680	0,1650	1 heure.	1,78
id.	Ferras sup. n° 1.	0,0800	0,0760	*id.*	5,00
id.	Ferras sup. n° 2.	0,0260	0,0220	*id.*	15,00
10 sept. 1849.	Reine.	0,1680	0,1670	2 heures	0,59
12 sept. 1849.	*id.*	0,1700	0,1680	*id.*	1,17
id.	Bayen.	0,2350	0,2200	*id.*	6,42
id.	Grotte supér. .	0,1550	0,1450	*id.*	6,45
id.	Richard supér. .	0,1480	0,1450	*id.*	2,02
id.	Azémar.	0,1570	0,1550	*id*	1,27

L'altération varie, comme on le voit, d'un jour à l'autre, et ceci n'a rien qui puisse étonner, car la quantité d'air, tenue en dissolution par l'eau, varie elle-même, comme je le montrerai plus loin. Cette première altération une fois accomplie, l'eau

minérale peut être conservée fort longtemps et n'éprouver que des pertes légères.

Voici quelques expériences qui ont été faites sur l'eau de Bagnères-de-Luchon, transportée à Toulouse dans des flacons bouchés à l'émeri.

DATES des expériences.	NOMS des SOURCES.	Quantité d'iode absorbée par un litre d'eau au grillon.	Quantité d'iode absorbée par un litre d'eau transportée	Temps pendant lequel l'eau a été conservée.	Perte pour 100.
12 sept. 1849.	Reine.	0,1750	0,1610	1 mois.	8
id	Bayen.	0,2380	0,2070	*id.*	13
novem. 1849.	*id.*	0,2310	0,2180	2 mois.	5,62
id.	Lachapelle. . .	0,1820	0,1760	*id.*	8

Ici la déperdition du principe sulfureux est bien moindre que celle qui a été observée par la commission de l'Académie de Médecine, sur des eaux transportées dans des conditions moins avantageuses.

Voyons actuellement si les eaux des autres établissements supportent mieux le transport que celles de Bagnères-de-Luchon.

M. Gintrac examina, en 1841, plusieurs bouteilles d'eaux sulfureuses naturelles, arrivées à Bordeaux depuis quelques mois. L'eau de Cauterets (source de César vieille) ne donnait que 0 gr. 0155 de sulfure de sodium par litre; celle de Baréges (source du Tambour), 0 gr. 0241, et celle de Bonnes (source vieille), 0 gr. 0142. Ainsi la première avait perdu 47 p. %, la deuxième 44, et la troisième 34.

L'eau de Labassère, qui est l'une des moins altérables des Pyrénées, éprouve aussi dans son transport une perte sensible, mais bien moindre que les précédentes.

Si l'on examine avec soin les divers résultats que je viens de rapporter, on trouvera qu'ils sont loin d'être de nature à nous éclairer sur le plus ou moins d'altérabilité des diverses eaux sulfureuses des Pyrénées; lorsqu'on voit l'eau de la même source, puisée le même jour, présenter des différences de composition si considérables d'une bouteille à l'autre, on ne peut s'empêcher de convenir que le plus ou moins de précaution avec lequel ces eaux ont été recueillies est la cause principale de ces variations.

Une série d'essais, exécutés avec des soins minutieux, m'a prouvé que toutes les eaux sulfureuses des Pyrénées supportent également bien le transport quand on les a mises en bouteilles avec un soin convenable. La théorie indiquait d'avance qu'il devait en être ainsi; mais il ne s'ensuit pas que ces eaux se conservent également bien au contact de l'air: bien loin de là, l'expérience prouve qu'elles présentent sous ce rapport des différences sensibles. M. Gintrac, ayant conservé pendant vingt-quatre heures dans des bouteilles mal bouchées de l'eau de Cauterets (source de César), de l'eau de Baréges (source du Tambour) et de l'eau de Bonnes (source vieille), trouva que la première avait perdu 77 p. %; la deuxième, 77; la troisième, 74.

Voici les résultats que j'ai obtenus en laissant diverses eaux sulfureuses exposées à l'action de l'air, pendant vingt-quatre heures, dans des bouteilles à moitié remplies et entièrement débouchées. (La forme et la capacité des bouteilles étaient les mêmes pour toutes les eaux.)

NOMS des LOCALITÉS.	NOMS des SOURCES.	Quantité de sulfure contenue dans un litre d'eau prise à la source.	Quantité de sulfure contenue dans un litre d'eau exportée.	Perte éprouvée par l'eau dans la bouteille bouchée.	Quantité de sulfure contenue dans un litre d'eau qui a séjourné pendant 24 heures dans une bouteille débouchée.	Perte éprouvée par l'eau qui a été exposée à l'air.
Barèges. . .	Gr. douche.	0,0407	0,0294	27 °/°	0,0092	77 °/°
Labassère. .	»	0,0450	0,0411	9	0,0138	69
Bonnes. . .	Vieille. . .	0,0217	0,0150	30	0,0053	75
Cauterets. .	César vieux.	0,0297	0,0171	42	0,0024	85
Luchon. . .	Pré n° 1. .	0,0780	0,0700	12	0,0237	69
id. . .	Reine. . .	0,0555	0,0402	27	0,0145	73
Ax.	Canons. . .	0,0294	0,0061	79	0,000	100
Eaux-Chau.	Lerey . . .	0,0062	0,00	100	»	»
— Gazost.	Burgade. .	0,0057	0,00	100	»	»

On peut conclure des essais précédents que les eaux des diverses localités thermales s'altérant plus facilement les unes que les autres au contact de l'air, il sera nécessaire de n'expédier celles qui sont plus altérables que d'autres que dans des bouteilles d'une faible capacité ($^1/_2$ litre au plus). Cet usage est depuis longtemps consacré à Bonnes et à Labassère.

J'ai constaté, comme l'avait déjà fait M. O. Henry, que lorsqu'on a laissé refroidir l'eau minérale à l'abri du contact de l'air avant de la mettre en bouteilles, elle s'altère beaucoup moins que si l'on a négligé cette précaution ; il serait utile que les eaux destinées à l'exportation, lorsqu'elles sont très-chaudes, fussent refroidies en traversant un serpentin plongeant dans de l'eau froide. C'est ainsi que sera recueillie, cette année même, l'eau de Bagnères-de-Luchon. On a vu plus haut que cette eau, arrivée à Paris, était au moment où on l'a examinée beaucoup plus riche que ne sont à leurs griffons les eaux de Baréges, Cauterets, Bonnes, etc.

On croit généralement que les eaux les plus chaudes sont celles qui s'altèrent le plus lorsqu'on les transporte loin de leur source. Les expériences que j'ai rapportées prouvent qu'il n'en est pas ainsi, car l'eau de la source Bordeu, dont la température est de 49°, n'a perdu que 7 p. %, tandis que celle de la source Ferras nouvelle, dont la température ne s'élève qu'à 39,9, a perdu 16 p. %, c'est-à-dire plus du double. L'eau de la source Bayen, dont la température est de 68°, n'a éprouvé qu'une perte maximum de $^{23}/_{100}$, tandis que celle de la source de la Reine, dont la température n'est que de 57,80, a perdu 30 p. %. La conservation plus ou moins complète dépend beaucoup du soin qu'on a mis à préserver autant que possible du contact de l'air l'eau qui doit être exportée. Les essais que j'ai faits

à plusieurs reprises sur des eaux de Baréges et de Cauterets, transportées à Toulouse, m'ont donné des résultats très-variables, qui prouvent qu'on n'avait peut-être pas suffisamment observé toutes les précautions que j'ai signalées comme indispensables pour obtenir une bonne conservation. Les différences que présentent les eaux des divers établissements des Pyrénées, considérées au point de vue de leur stabilité, sont faciles à reconnaître quand on les considère sur les lieux mêmes où elles prennent naissance. Si l'on jette un coup-d'œil sur la partie supérieure des caniveaux, dans lesquels l'eau de la source de la Grotte supérieure, à Bagnères-de-Luchon, circule pour se rendre dans son réservoir, on voit qu'elle est tapissée de toutes parts par des croûtes de soufre dont l'épaisseur atteint quelquefois plus de 2 centimètres. Le soufre, qui constitue ces sortes d'incrustations, a un aspect cristallin, une belle couleur jaune; il brûle avec facilité, et ne renferme que des traces à peine appréciables de matières étrangères; vues à la loupe, les petites masses qu'on retire ainsi de l'intérieur du conduit dont je viens de parler paraissent formées par la réunion d'une multitude d'aiguilles très-déliées, dont la forme est la même que celle des cristaux de soufre qu'on prépare en faisant fondre ce corps, et décantant la partie qui est encore liquide, alors que celle qui touche aux parois du vase est déjà solidifiée.

Me trouvant à Bagnères-de-Luchon à l'époque où l'on a démoli les anciens réservoirs, j'ai pu recueil-

lir sur leur voûte, et toujours dans des endroits où l'eau n'atteignait jamais, une énorme quantité de soufre; j'en ai trouvé aussi sur la partie supérieure des conduits des sources de la Reine, de Richard supérieure, de l'Enceinte, d'Etigny, etc. La place qu'occupait ce soufre ne pouvait laisser aucun doute quant à son origine; il est évident qu'il avait dû être transporté sur la voûte des réservoirs ou sur la paroi supérieure des caniveaux sous la forme d'une combinaison gazeuse, et comme l'expérience prouve que les eaux de Bagnères-de-Luchon laissent dégager de l'acide sulfhydrique quand on les fait chauffer, il est naturel de penser que les dépôts de soufre dont nous venons de parler doivent leur origine à la décomposition de ce gaz par l'oxygène de l'air, qui, pénétrant dans les conduits ou dans les réservoirs en trop faible quantité pour pouvoir brûler les deux éléments de l'acide sulfhydrique, brûle seulement le plus combustible, l'hydrogène, et met le soufre en liberté.

Les eaux sulfureuses d'Ax, comme celles de Bagnères-de-Luchon, fournissent des incrustations de soufre assez considérables. Si l'on examine les conduits des eaux de Baréges, de Cauterets, de Bonnes, on n'y voit pas une quantité appréciable de ce métalloïde. Il est donc évident, d'après ce seul fait, que les eaux de ces dernières localités émettent moins d'acide sulfhydrique que celles des premières, qu'elles sont moins altérables ou du moins que l'altération qu'elles subissent n'est pas du même

genre, et qu'elles fournissent aux malades du soufre sous des formes différentes. Les eaux dans lesquelles le départ de l'acide sulfhydrique se fait avec facilité permettent au soufre d'agir directement sur les voies respiratoires, tandis que celles dans lesquelles le sulfure alcalin, lorsqu'il subit le contact de l'air, est brûlé en entier dans le liquide lui-même, portent plus spécialement sur la peau du baigneur l'action du sulfure ou des combinaisons qui en dérivent.

En général, les eaux qui ne laissent pas dégager spontanément une quantité notable d'acide sulfhydrique sont altérées par l'air avec plus de lenteur que les autres.

Qu'on n'aille pas croire que les différences que je signale dépendent plutôt de la manière dont les eaux sont captées ou aménagées que de la nature même du liquide ; une inspection un peu attentive des lieux prouve qu'il n'en est pas ainsi. Il existe à Bagnères-de-Luchon des sources disposées de telle sorte que les griffons naisseut dans les réservoirs eux-mêmes ; leur captage et leur aménagement sont sensiblement les mêmes que ceux des eaux de Baréges, et pourtant la voûte de leurs réservoirs est incrustée de soufre. Il est donc bien évident que c'est à la nature de l'eau qu'il faut rapporter la cause des différences que présentent les sources de ces localités.

Je prouverai tout aussi facilement que ce dégagement plus abondant d'acide sulfhydrique ne dépend ni de la température plus élevée des eaux ni d'une plus grande richesse en principe sulfureux. Ainsi,

par exemple, la source d'Etigny n° 1, à Bagnères-de-Luchon, qui fournit des incrustations de soufre, a une température de 48°. Un litre de cette eau renferme 0 gr. 0356 de sulfure de sodium; elle n'est, comme on le voit, ni très-sulfureuse ni très-chaude, et pourtant elle laisse dégager plus d'acide sulfhydrique que les sources analogues qui existent dans les autres localités thermales.

Qu'on veuille bien ne pas oublier que rien n'est plus facile que d'obtenir, avec les sources de Bagnères-de-Luchon, des eaux blanches, et que partout ailleurs, dans les établissements thermaux des Pyrénées, on ne peut pas déterminer la production de ce phénomène, au moins avec le même degré d'intensité et de régularité; l'eau bleue d'Ax serait, d'après M. Fontan, une eau qui commence à blanchir; mais il faut que le blanchiment soit bien peu prononcé pour qu'on ne l'eût pas aperçu avant les recherches de cet observateur; les eaux de Cadéac, qui sont certainement très-sulfureuses, louchissent à peine; partout ailleurs ce n'est qu'accidentellement qu'on a vu l'eau sulfureuse devenir blanche.

Je vais d'ailleurs fournir la preuve que, si certaines eaux émettent beaucoup d'acide sulfhydrique, tandis que d'autres n'en dégagent que très-peu, ces dernières n'arrivent pas pour cela mieux conservées sur les lieux d'emploi, et qu'elles sont tout aussi altérées que les premières, mais d'une manière différente.

Voici quelques chiffres que j'emprunte au rapport

que M. Buron a adressé à l'Académie de Médecine, relativement aux eaux de Cauterets (1) :

NOMS des SOURCES.	Sulfure de sodium dans un litre d'eau.	LIEU D'OBSERVATION.	Perte sur 100 parties.
Petit César. . . .	0 gr. 0280	Sous la galerie. . . .	»
id.	0 0186	Au bassin d'arrivée. à 10 mètres du sol..	33
id.	0 0179	A la buvette.	36
id.	0 0174	A la douche.	37
Espagnols.	0 0223	A 10 mètres du sol..	»
id.	0 0100	A la buvette.. . . .	55
id.	0 0020	A la douche.	91
La Raillère.	0 0199	Au griffon.	»
id.	0 0199	A la buvette. . . . ,	»
id.	0 0155	Cabinet n° 11. . . .	22

Voici encore quelques documents que j'emprunte aux travaux de MM. Gintrac et Roux :

NOMS des SOURCES.	Sulfure de sodium dans un litre d'eau.	LIEU D'OBSERVATION.	Perte sur 100 parties.
		AMÉLIE-LES-BAINS	
Gros Escaldadon. . .	0 gr. 0205	Au griffon.	»
id.	0 0161	A l'établissement. . .	21
		AX.	
Etuve du Breilh. . .	0 gr. 0323	Au griffon.	»
id.	0 0174	A la douche.	46
		SAINT-SAUVEUR.	
»	0 gr. 0241	A la douche	»
»	0 0223	Au robinet du bain n° 1.	7

(1) Rapport de M. Patissier (1851).

Voici enfin quelques-uns des résultats que j'ai obtenus à Bagnères-de-Luchon :

NOMS des SOURCES.	Sulfure de sodium dans un litre d'eau.	LIEU D'OBSERVATION.	Perte sur 100 parties.
Reine.	0 gr. 0567	Au griffon.	»
id.	0 0481	A la buvette.	15 16
id.	0 0393	Au robinet des baignoires.	30 68
Pré n° 1.	0 0788	Au griffon.	»
id.	0 0788	A la buvette.	»

Ainsi les eaux de Bagnères-de-Luchon, qui sont pour la plupart très-altérables, arrivent sur les lieux d'emploi mieux conservées que plusieurs de celles que j'ai signalées ; il est bien entendu que je ne parle pas de l'état dans lequel l'eau blanche parvient dans les baignoires, puisque pour l'obtenir on est obligé de favoriser la décomposition du sulfure alcalin.

Quoi qu'il en soit, le tableau précédent est loin d'être sans importance ; il prouve qu'à l'aide de précautions bien entendues, on peut conserver les eaux, dont le principe actif semble le plus fugace, jusqu'au moment où le malade, étant soumis à leur action, peut profiter de tous les éléments qu'elles laissent dégager en se décomposant ; il montre, en outre, que les eaux minérales d'un grand nombre de sources ne parviennent sur les lieux d'emploi qu'après avoir été tellement dénaturées qu'il serait

peu raisonnable de calculer leur efficacité d'après la composition chimique qu'elles présentent quand on les prend à leur griffon. Si l'on veut bien se rappeler que les eaux de Cauterets, en se décomposant ainsi, ne paraissent pas donner lieu à un dégagement sensible d'acide sulfhydrique, puisqu'elles ne fournissent pas d'incrustations de soufre, comme celles d'Ax ou de Bagnères-de-Luchon, il sera facile de s'expliquer pourquoi ces eaux sulfureuses, partiellement dégénérées, ne se ressemblent pas au point de vue de leur action thérapeutique : à Luchon comme à Ax, la décomposition de l'eau amène l'élimination d'une partie du soufre et la formation d'une quantité correspondante de silicate de soude; à Cauterets, le sulfure ne paraît pas être détruit de la même manière, et il est probable qu'il est transformé plus particulièrement en polysulfure de sodium, sulfite et hyposulfite de soude. Je reviendrai sur ces faits, et je fournirai la preuve de ce que je viens d'avancer. Les eaux de Baréges, de Saint-Sauveur et de Labassère m'ont toujours paru jouir d'une plus grande stabilité que les autres. Quand j'ai examiné l'eau des piscines de Baréges, je l'ai trouvée très-riche en sulfure de sodium, quoiqu'elle eût subi le contact de l'air pendant un temps suffisant pour éprouver des pertes notables. L'atmosphère de ces piscines doit donc être peu chargée d'acide sulfhydrique. A Bagnères-de-Luchon, au contraire, j'ai toujours vu l'eau minérale des piscines perdre rapidement son titre sulfhydrométrique

et l'air se charger d'une proportion très-sensible d'hydrogène sulfuré.

Cherchons maintenant à nous rendre compte des causes qui peuvent amener la destruction si rapide du principe sulfureux dans les eaux minérales des Pyrénées.

L'air joue un très-grand rôle dans la décomposition de ces eaux : c'est un fait sur lequel tous les chimistes sont d'accord ; tous les efforts de ceux qui veillent à leur conservation doivent donc tendre à empêcher qu'il n'exerce son action nuisible ; nous verrons bientôt qu'il est aisé d'y parvenir.

La nature et l'intensité des altérations qu'éprouvent les diverses eaux sulfureuses dépendent :

1° De leur composition chimique. Il existe, en effet, des sources qui sont décomposées beaucoup plus rapidement que d'autres quand elles sont exposées à l'air ;

2° De la manière dont elles subissent le contact de l'air ;

3° De la durée de leur séjour au contact d'une atmosphère oxygénée.

Examinons successivement ces divers cas :

1° La nature des éléments qui sont dissous dans l'eau, à côté du sulfure, peut exercer une influence très-marquée sur leur altérabilité ; c'est ainsi que les eaux dans lesquelles la silice est en grand excès par rapport aux diverses bases, se montrent, toutes choses égales d'ailleurs, beaucoup plus altérables que les autres.

Il y a déjà plusieurs années que M. Aubergier a démontré, à l'aide d'expériences qui ne laissent rien à désirer, que la silice peut déterminer la décomposition du sulfure de sodium en présence de l'eau, comme l'indique la formule suivante :

$$SIO^3 + SNa + HO = SIO^3, NaO + SH.$$

Les eaux sulfurées dans lesquelles la silice abonde peuvent donc s'altérer même à l'abri du contact de l'air, et leur altération est d'autant plus fâcheuse que le soufre s'échappant à l'état d'acide sulfhydrique, l'eau se trouve ainsi dépouillée de l'un de ses éléments les plus actifs.

Les sources de ce genre nécessitent, pour être conservées, des soins tout particuliers; elles ne doivent circuler que dans des tuyaux dont elles remplissent complètement la capacité; car si les tuyaux sont incomplètement pleins, l'acide sulfhydrique se dégage de l'eau avec une assez grande rapidité, se mêle avec l'air qui est à sa surface, et subit, de la part de ce dernier, une décomposition d'où résulte un dépôt de soufre qui s'effectue sur le tuyau lui-même. Il est facile de s'assurer, à l'aide d'expériences très-simples, de l'exactitude des résultats que je viens de signaler : que l'on remplisse d'une eau sulfureuse du genre de celles que je viens de décrire un flacon bouché à l'émeri, et qu'on le ferme avec soin, l'eau pourra être conservée ainsi pendant des années entières et n'éprouvera pas d'altération appréciable; mais si l'eau est

exposée à l'air, elle ne tardera pas à perdre une bonne partie de son principe sulfureux, et si l'on vient à chercher dans le liquide ainsi altéré le soufre qui s'y trouvait primitivement combiné avec le sodium, on n'y en trouvera plus qu'une très-petite portion sous la forme de sulfite, d'hyposulfite ou de sulfate de soude, la majeure partie se sera échappée à l'état d'acide sulfhydrique. Il est évident que si nous ne trouvons dans le liquide thermal dégénéré que la minime partie du soufre à l'état de sulfite, d'hyposulfite ou de sulfate de soude, nous serons forcés d'admettre que ce corps s'est échappé sous forme gazeuse, comme l'attestent les dépôts qui tapissent les voûtes des conduits et des réservoirs.

Ainsi donc, lorsqu'on expose à l'air des eaux très-chaudes et très-siliceuses, l'altération qu'elles éprouvent est provoquée en même temps par l'action de l'acide silicique et par celle de l'oxygène. Je reconnais, d'ailleurs, que la silice favorise la décomposition du sulfure alcalin, comme l'indique l'équation suivante :

$$SiO^3 + 2SNa + O = SiO,^3NaO + S^2Na.$$

En pareil cas, il se produit un polysulfure.

On conçoit bien que si une eau sulfureuse, au lieu d'être riche en silice, n'en contient qu'une très-faible proportion, et que si, en outre, elle renferme beaucoup de carbonate de soude, le départ de l'acide sulfhydrique s'effectuera avec moins de facilité, et que l'action de l'air sur l'élément sulfu-

reux pourra produire principalement de l'hyposulfite, du sulfite et du sulfate de soude.

La manière dont les eaux sulfureuses subissent le contact de l'oxygène peut avoir une influence très-marquée sur la nature des nouvelles combinaisons qui prennent naissance pendant que la décomposition du sulfure alcalin s'accomplit. En général, lorsqu'une eau de ce genre est exposée à l'air, il s'y produit d'abord un polysulfure, puis un hyposulfite, et plus tard un sulfite ou même un sulfate. Mais la facilité plus ou moins grande avec laquelle l'air se renouvelle à la surface de l'eau peut faire varier beaucoup les produits de son altération. J'ai dit tout-à-l'heure qu'une eau très-chaude et très-siliceuse, étant exposée à l'air libre, perd si rapidement la presque totalité de son soufre sous la forme d'acide sulfhydrique que l'air n'en oxyde que la minime partie. Le liquide qui a subi ainsi le contact de l'atmosphère est riche en silicate de soude; il est, au contraire, presque entièrement désulfuré et ne renferme pas, comme on le croit généralement et comme on l'a si souvent écrit, une quantité notable d'hyposulfite de soude.

Si la même eau subit le contact d'un air qui se renouvelle avec difficulté, le dégagement d'acide sulfhydrique continue; mais cet acide n'étant pas entraîné loin du liquide est décomposé à sa surface, le soufre qui provient de sa destruction se redissout dans l'eau, et celle-ci se charge d'abord de polysulfure, et plus tard d'hyposulfite de soude. Cet

effet se produit surtout lorsque des eaux riches en sulfure de sodium traversent, pour arriver à leur destination, des conduits d'une grande longueur dans lesquels l'air ne peut se renouveler que par des fentes ou des ouvertures peu considérables : c'est ce genre d'altération qu'éprouve surtout l'eau des nouvelles sources de Bagnères-de-Luchon, qui ont à parcourir un trajet fort considérable pour arriver dans le nouvel établissement thermal.

Si l'eau sulfureuse n'est pas riche en silice, elle absorbera l'oxygène de l'air, et le monosulfure s'y changera assez rapidement en polysulfure. J'ai cru remarquer que l'agitation de l'eau au contact de l'air favorise la production de l'hyposulfite, et que le contact d'une atmosphère tranquille est plus favorable à la formation du polysulfure ; mais, encore une fois, la composition chimique de l'eau fait varier les résultats, et une eau sulfureuse alcaline est loin de se comporter comme une eau simplement sulfureuse, ou comme une eau sulfureuse qui contient beaucoup d'acide silicique.

Le séjour dans un réservoir, dans lequel l'air entre ou sort à mesure que le niveau du liquide s'abaisse ou s'élève, constitue l'une des conditions les plus favorables à la production du polysulfure alcalin.

La durée du séjour de l'eau au conctact de l'air exerce une influence marquée sur la nature des composés secondaires qui résultent de l'oxydation de l'élément sulfureux. C'est ainsi qu'il pourra se

faire qu'une eau perde tout simplement un peu d'acide sulfhydrique et devienne légèrement polysulfurée, ou bien encore qu'il s'y produise un peu de sulfite ou d'hyposulfite de soude, ou bien enfin qu'elle subisse une altération complète et qu'on n'y trouve plus que des traces de sulfite ou d'hyposulfite mêlés avec une quantité plus ou moins considérable de sulfate de carbonate ou de silicate alcalin.

J'ai dit plus haut, en parlant de l'état de la soude dans les sources sulfureuses des Pyrénées, que ces sources sont généralement moins riches qu'on ne pense en carbonates ou silicates alcalins, et que les sels, qu'on trouve toujours dans le résidu de l'évaporation des eaux sulfureuses, sont en partie des produits secondaires qui ont pris naissance pendant l'évaporation. Il est aisé de concevoir comment le silicate de soude a pu se former par suite de la décomposition du sulfure, et il n'est pas plus difficile de comprendre la production du carbonate de soude. Ce dernier sel peut se former en effet :

1° Par l'action directe de l'air sur le sulfure alcalin :

$$CO^2 + SNa + HO = CO^2NaO + SH,$$

c'est-à-dire en vertu d'une réaction semblable à celle qui donne naissance au silicate ;

2° Par la décomposition que l'acide carbonique de l'air fait subir au silicate lui-même. Il résulte, en

effet, des expériences de M. O. Henry (1), que lorsqu'on fait évaporer au contact de l'air une eau minérale qui renferme du silicate de soude, cette eau se trouble pendant l'évaporation, laisse déposer des flocons de silice gélatineuse, et donne un résidu sec dans lequel on trouve une forte proportion de carbonate alcalin, tandis que l'eau minérale n'en contenait que des traces avant l'opération.

Ce deuxième mode de production du carbonate de soude a certainement lieu pour les eaux sulfureuses de Bagnères-de-Luchon, et il nous permet de nous rendre compte du dépôt de silice qui s'effectue au moment où l'eau sulfureuse, profondément altérée par l'air, vient à blanchir. Il est facile de s'assurer, en faisant évaporer à l'air libre une solution de verre soluble, qu'il se dépose de la silice gélatineuse et qu'il se produit du carbonate de potasse ou de soude.

L'eau qui circule dans des tuyaux d'une dimension trop considérable, et dans lesquels l'air pénètre aisément, s'altère d'une manière rapide. Trois causes concourent à produire cet effet :

1° Le contact de l'air extérieur ;

2° L'action de l'air qui est dissous dans l'eau ;

3° L'action de l'eau et de la silice sur le sulfure à une température élevée.

(1) O. Henry. Analyse des eaux d'Evaux (*Journal de Chimie et de Pharmacie*).

Voici le résultat de quelques expériences que j'ai faites, en 1850, à Bagnères-de-Luchon, sur la source la Reine, à son griffon, à la buvette et au sortir des réservoirs.

L'eau de la Reine, jusqu'au sortir du réservoir, se trouvait constamment au contact d'un air limité qui se renouvelait difficilement, mais qui se renouvelait assez pour l'altérer.

	Iode absorbé par 1 litre d'eau.	
Reine, au griffon. . .	0 gr. 1850	
Id. à la buvette (25 mètres). . . .	0	1770 — perte, 0,0080
Id. à la baignoire n° 31 (23 mètres). .	0	1440 — perte, 0,0410
Id. à la baignoire n° 17 (59 mètres). .	0	1440 — perte, 0,0410

Ces essais conduisent à ce résultat *très-important*, que l'eau qui a parcouru 25 mètres sans séjourner dans un réservoir n'a perdu que 4 p. %, tandis que celle qui n'a parcouru que 23 mètres, et qui a séjourné dans le réservoir, a perdu 22 p. %, et enfin que l'eau qui a parcouru, depuis la baignoire n° 31 jusqu'à la baignoire n° 17, 36 mètres dans un tuyau parfaitement plein, n'a rien perdu pendant ce trajet. C'est donc surtout dans le réservoir que se produit la plus grande partie de l'altération.

L'eau est décomposée dans le réservoir, parce que l'air qui est à sa surface éprouve des oscillations continuelles à cause des changements de niveau qui

s'y produisent à chaque instant; d'un autre côté, l'agitation déterminée par l'entrée ou la sortie de l'eau, renouvelant sans cesse la surface de celle-ci, rend l'altération plus prompte et plus profonde (1).

Une troisième cause paraît contribuer à altérer le liquide minéral : c'est la production d'un peu d'acide sulfurique par l'action de l'air sur l'acide sulfhydrique qui est à sa surface; cet acide sulfurique se condense et décompose une nouvelle quantité d'eau sulfureuse. Ce qui prouve que cette cause d'altération existe réellement, c'est que lorsque l'on a ouvert le réservoir de la source la Grotte inférieure, à Luchon (ce réservoir était fermé depuis plusieurs années, mais l'air extérieur y pénétrait aisément par les fissures de la dalle supérieure), on a trouvé une partie du mortier transformée à sa surface en silice gélatineuse, et cela dans une épaisseur assez considérable; cette altération n'avait eu lieu que dans les parties du réservoir qui n'étaient pas immergées.

J'ai fait de nombreuses expériences dans le but de savoir si l'eau qui parcourt des tuyaux complètement remplis éprouve une altération notable, et s'il y a un inconvénient réel à conduire ainsi une eau loin de sa source.

Le 12 février 1850, l'eau de la source la Reine a été reçue au sortir de son réservoir dans une con-

(1) L'eau arrivera dans les nouveaux réservoirs par des tuyaux en porcelaine qui la déverseront dans le bas du réservoir sans chute et sans secousse.

duite en plomb d'une longueur de 185 m. 7. Une partie de la conduite était couverte; les raccords extrêmes étaient exposés à l'air extérieur.

Les quatre robinets du cabinet n° 13 correspondaient aux trajets suivants de la conduite—0 m. 00, — 52 m. 30, — 104 m. 60, — 156 m. 90. Les robinets du cabinet n° 3 donnaient les trajets suivants : 23 m. 15, — 75 m. 45, — 127 m. 75, — 180 m. 05 ; enfin, l'extrémité de la conduite donnait le trajet total 185 m. 75.

LIEU d'observation.	Trajet de l'eau.	Longueur des Conduites. couverte	découv.e	Température de l'eau.	Quantité d'iode absorbée par 1 lit. d'eau.	Observations.
Cab. n° 13.	0m00	0m00	0m00	52°00	0,1540	
»	52 30	38 80	13 50	50 90	0,1540	
»	104 60	77 60	27 00	48 95	0,1540	
»	156 90	116 40	40 50	46 90	0,1530	
Extrémité de la conduite. . . .	185 75	142 55	43 25	46 70	0,1500	
Expériences du 13 février, à la même heure.						
Cab. n° 13.	0m00	0m00	0m00	51°90	0,1340	L'abaissement de température est dû surtout à l'action des eaux pluviales, de la neige et de l'air extérieur sur la partie découverte des conduites.
n° 3. . .	23 15	23 15	0 00	51 40	0,1335	
n° 13. . .	52 30	38 80	13 50	49 40	0,1320	
n° 3. . .	75 45	61 95	13 50	48 10	0,1310	
n° 13. .	104 60	77 60	27 00	46 15	0,1310	
n° 3. . .	127 75	100 75	27 00	45 30	0,1310	
n° 13. .	156 90	116 40	40 50	42 90	0,1310	
n° 3. . .	180 05	139 55	40 50	42 60	0,1280	
Extrémité de la conduite.. . .	185 77	142 55	43 25	42 50	0,1280	

Ainsi, l'altération éprouvée par l'eau dans ce

trajet de 185 m. 75 en tuyaux pleins est cinq fois moindre que celle qui se produit dans un parcours de 23 mètres, avec passage dans un réservoir. A ces expériences déjà très-concluantes, j'en ai joint d'autres que je vais rapporter.

J'ai fait préparer deux bains avec de l'eau de la Reine et de l'eau froide dans des cabinets placés à 36 mètres l'un de l'autre; ces deux bains ont été mis exactement à la même température, et, pour me placer autant que possible dans les conditions de la pratique, j'ai fait mettre dans chaque baignoire un ouvrier qui a pris un bain pendant la durée duquel le degré sulfhydrométrique de l'eau a été pris de quart d'heure en quart d'heure.

DATE de L'EXPÉRIENCE.	Mélange d'eau froide et d'eau de la Reine.	Titre du mélange dans la baignoire n° 17.	Température du mélange dans la b. n° 17.	Titre du mélange dans la baignoire n° 31.	Température du mélange dans la b. n° 31.
30 déc. 1849.	»	0,0430	35°00	0,0430	35°00
»	après 1/4 d'heure.	0,0280	»	0,0280	»
»	après 1/2 heure. .	0,0220	»	0,0260	»
»	après 3/4 d'heure.	0,0200	»	0,0220	»
»	après 1 heure.. .	0,0150	»	0,0200	»

Comme on le voit, il n'y a pas lieu de se préoccuper des altérations éprouvées par l'eau sulfureuse dans son parcours en tuyaux pleins.

Le degré sulfhydrométrique du mélange qui constitue le bain n'est pas toujours le même que celui qu'on obtiendrait par le calcul en tenant compte des

quantités d'eau froide et d'eau minérale qui ont été mélangées; ce degré est ordinairement moindre. En effet :

Soient v le volume de l'eau sulfureuse qu'il faut mêler à la froide pour obtenir un bain à 35°,

v' le volume de l'eau froide,

t la température de l'eau minérale,

t' la température de l'eau froide.

Nous savons que pour le cabinet n° 17, $t = 54,80$ $t' = +20°\ 00$.

Pour le cabinet n° 31, $t = 54,10 - t' = +20,00$.

Nous savons, en outre, que 1 litre d'eau minérale prise au n° 17 absorbe 0 gr. 1580 d'iode, et que 1 litre d'eau prise au n° 31 en absorbe 0,1550.

Le bain étant supposé contenir 250 litres, on obtiendra les valeurs de v et v' en résolvant les équations suivantes :

$v + v' = 250$ litres.

$vt + v't' = 35\ (v + v')$.

On trouvera pour le bain n° 17 :

$v = 80$ lit. 20. $v' = 169,80$. } 1 litre de ce mélange devrait absorber 0 gr. 0497 d'iode; l'expérience donne 0,0430.

Pour le bain n° 31 :

$v = 81$ lit. 43. Le mélange devrait marquer 0,0504;
$v' = 168,57$. L'expérience donne 0,0430.

Cette différence provient probablement en partie de l'action de l'air que l'eau entraîne pendant sa chute; il serait donc avantageux que l'eau entrât dans la baignoire par sa partie inférieure, pour ne

pas entraîner d'air avec elle; c'est ce qui a lieu dans le nouvel établissement.

Parmi les eaux sulfureuses des Pyrénées, il en est dont la température très-élevée ne permet l'emploi qu'autant qu'elles ont été mêlées avec une certaine quantité d'eau froide; j'ai dû rechercher si ces eaux ne conserveraient pas toutes leurs propriétés après avoir traversé un serpentin entouré d'eau froide qui les amènerait à la température de 30 ou 35°, et permettrait de les administrer sans mélange, soit en bains, soit en boisson.

Les essais suivants ont été faits en commun avec M. François :

Source de la Reine, prise au sortir du tuyau qui la conduit dans les baignoires.

DATES DES EXPÉRIENCES.	Parcours	Température.	Sulfuration.
14 février 1850.	0m00	52°00	0gr.1460
id..	40 00	34 00	0 1450
15 février.	0 00	53 00	0 1480
id..	11 50	46 60	0 1480
id.	23 00	37 70	0 1480
id.	34 50	31 60	0 1475
id..	40 00	30 50	0 1470

Ainsi l'eau de la Reine a pu être refroidie jusqu'à 30°,60 et elle a conservé presque tout son titre (1).

(1) Ce fait a perdu beaucoup de son importance depuis la découverte des nouvelles sources dont la température est peu élevée et la richesse très-grande.

On a proposé plusieurs moyens pour préserver l'eau sulfureuse de l'altération qu'elle éprouve dans les réservoirs.

M. Fontan a conseillé de conduire l'eau dans les réservoirs, sans chute et par des canaux dont elle remplisse complètement la capacité ; il a proposé aussi de mettre à la surface de l'eau des flotteurs en bois léger pour la préserver du contact de l'air. Ces moyens sont bons, et la plupart d'entre eux seront employés dans le nouvel établissement; mais l'emploi des flotteurs présente des inconvénients nombreux; aussi lui avons-nous préféré les dispositions suivantes, que nous avons arrêtées en commun avec MM. François et Chambert, pour conserver l'eau des sources qu'on ne veut pas laisser blanchir. Le principe sur lequel s'appuie le moyen que nous proposons consiste à transformer l'action destructive que l'air exerce sur l'eau sulfureuse en une action conservatrice.

On sait, en effet, que lorsqu'une dissolution de sulfure de sodium est exposée au contact d'un air qui ne se renouvelle pas, elle en absorbe rapidement tout l'oxygène et le rend impropre à produire une altération ultérieure; si donc on interdit à l'air extérieur l'accès des réservoirs, l'air qui s'y trouve renfermé sera bientôt dépourvu d'oxygène et n'agira plus sur l'eau.

Pour atteindre ce but, il suffit de faire communiquer la partie supérieure du réservoir avec un gazomètre; le réservoir étant parfaitement clos et plein

d'air, on y amènera l'eau par le bas ; l'air que renferme l'atmosphère supérieure sera chassé sous le gazomètre par l'élévation de niveau du liquide dans le réservoir ; il rentrera dans ce dernier, quand le niveau de l'eau s'abaissera, et suivra ainsi les oscillations du liquide.

On conçoit que cet air, qui ne se renouvellera jamais, aura bientôt cédé tout son oxygène au sulfure de sodium, et qu'au bout de peu de temps l'eau sera conservée dans une atmosphère d'azote.

Ce nouveau mode de conservation a été appliqué à l'eau sulfureuse de Labassère, avec laquelle l'un des hommes les plus intelligents de Bagnères-de-Bigorre, M. Soubies, a eu l'idée d'entretenir une buvette dans son établissement (villa Théas). L'expérience a confirmé les prévisions de la théorie, et l'eau sulfureuse, puisée à cette buvette, s'est montrée aussi efficace que si on l'eût prise à sa source.

DU DÉGAGEMENT D'AZOTE QUI A LIEU DANS LES EAUX SULFUREUSES.

J'ai dit plus haut que toutes les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées laissent dégager, au bouillon de leur source, une quantité plus ou moins considérable d'azote. Plusieurs auteurs avaient vu, il y a déjà fort longtemps, que certaines eaux minérales, parmi lesquelles il en est plusieurs qui ne

sont pas sulfureuses, fournissent aussi à leur point d'émergence un dégagement d'azote. Le docteur Pearson l'a signalé, pour la première fois, dans son analyse des eaux minérales acidules de Buxton, en 1784. Plus tard, d'autres auteurs ont constaté son existence dans une multitude d'autres sources; mais Anglada, le premier, a montré que ce dégagement avait lieu dans toutes les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées, et non pas dans quelques-unes en particulier. Il l'attribue à ce que l'eau sulfureuse rencontre de l'air dans son cours souterrain et en dissout une certaine quantité; l'oxygène de l'air réagissant sur le sulfure alcalin, le détruirait en partie, et l'azote deviendrait libre. Anglada pense qu'à mesure que l'air contenu dans l'eau cède son oxygène au sulfure, le liquide thermal dissout une nouvelle quantité d'air qui réagit comme la première, d'où doit résulter une destruction progressive de l'élément sulfureux et un dégagement d'azote. Pour prouver qu'il en est ainsi, Anglada fait observer que si l'on porte de l'eau sulfureuse à l'ébullition, dans un appareil disposé de telle manière qu'on puisse recueillir les gaz qui s'en dégageront, on ne trouve, dans les produits gazeux, que de l'azote et de l'acide sulfhydrique, et pas la moindre trace d'oxygène; que si, au contraire, on a le soin de désulfurer l'eau avant de la faire bouillir (en y versant, par exemple, un peu d'azotate d'argent), on en retire un mélange d'azote et d'oxygène; mais ce mélange est beaucoup plus pauvre en oxygène que

l'air ordinaire, et, à plus forte raison, que celui qui est dissous dans les eaux potables. Il y a donc de l'air en dissolution dans les eaux sulfureuses, et le sulfure de sodium, en agissant sur lui, s'empare de son oxygène et met l'azote en liberté (1).

M. Longchamps a vivement combattu l'opinion d'Anglada; il s'est fondé principalement, pour ne pas admettre la manière de voir de ce chimiste, sur la facilité avec laquelle l'oxygène détruit le sulfure de sodium, facilité qui est si grande que, s'il existait, comme le dit Anglada, des courants d'air souterrains, pouvant fournir à l'eau sulfureuse tout l'oxygène qui correspond à la quantité d'air représentée par l'azote qui se dégage de certaines sources sulfureuses, ces eaux, qui pour la plupart doivent venir d'une grande profondeur, auraient perdu pendant leur trajet tout leur principe sulfureux (2).

Si ce dégagement d'azote n'avait lieu que dans les eaux sulfureuses, l'explication d'Anglada pourrait paraître suffisante; mais il ne faut pas perdre de vue que ce gaz s'échappe en abondance du fond d'une multitude de sources qui ne sont pas sulfureuses; c'est ainsi que toutes les eaux salines séléniteuses des Pyrénées donnent lieu à un dégagement de ce gaz qui est tel que, si l'on s'en rapportait aux apparences, quelques-unes d'entre elles

(1) Anglada, 4e Mémoire, pag. 18 et suiv.

(2) Longchamps, *Annales de chim. et de phys.*, t. XIX.

pourraient être prises pour des eaux acidules très-chargées d'acide carbonique; mais l'analyse chimique dissipe bientôt toute illusion, et l'on s'aperçoit sans peine, quand on examine un peu attentivement le produit gazeux que fournissent les eaux dont je parle, que l'azote en constitue la majeure partie (de 80 à 97 p. %). Anglada n'ignorait pas que beaucoup d'eaux minérales salines donnent lieu à un dégagement d'azote; mais comme ces sources fournissent un gaz qui contient un peu d'acide carbonique, il pensait que l'air que ces sources avaient rencontré dans leur cours souterrain avait été dissous tout d'abord, et que son oxygène ayant été absorbé plus tard par une substance charbonneuse, avait produit ainsi l'acide carbonique qui se dégage en même temps que l'azote, au point d'émergence.

Cette explication ne nous paraît pas acceptable; si elle était vraie, les eaux minérales seraient d'autant plus riches en acide carbonique, et d'autant plus pauvres en oxygène, qu'elles fourniraient plus d'azote; or, l'expérience prouve qu'il n'en est pas ainsi. Il existe, par exemple, dans le département de la Haute-Garonne, dans la commune de Ganties, des sources très-abondantes qui, s'il faut s'en rapporter à l'action des réactifs chimiques, constitueraient d'excellentes eaux potables. Ces sources sont agitées d'une manière presque continuelle par un bouillonnement remarquable, qui est dû à l'émission d'une très-forte quantité d'un mélange qui renferme

environ 96 p. % d'azote et 4 p. % d'acide carbonique ; l'air que ces eaux tiennent en dissolution ne renferme pas moins de 30 p. % d'oxygène. Ici, il n'existe aucun rapport entre la quantité d'acide carbonique qui se trouve dans le mélange gazeux et l'appauvrissement de l'eau en oxygène ; je pourrais citer une multitude d'exemples du même genre.

Robiquet, qui avait observé un dégagement assez notable d'azote aux eaux de Néris, pensait que ce gaz n'avait pas été préalablement dissous dans l'eau minérale, et qu'il était simplement charrié par elle. D'après ce chimiste, l'azote qui se dégage des eaux de Néris a appartenu à l'air atmosphérique, dont l'oxygène a été retenu dans l'eau ; celui qui se dégage des eaux sulfureuses aurait une origine analogue. Mais comme l'oxygène rencontre dans ces dernières un composé (le sulfure alcalin) qui a pour lui une grande affinité, il serait bientôt absorbé, et le sulfure serait transformé en sulfate.

Il n'est pas possible, ce me semble, d'admettre la théorie de Robiquet, au moins en ce qui concerne les eaux sulfureuses ; car il est facile de constater que certaines eaux sulfureuses thermales, qui laissent dégager de l'azote en abondance, ne contiennent que des traces à peine appréciables de sulfates ou d'hyposulfites ; ce qui est loin d'être d'accord avec les idées de ce savant.

Il me paraît incontestable que l'azote qui se dégage au bouillon des sources sulfureuses a primitivement appartenu à l'atmosphère. Soit que de l'air

ait été dissous par l'eau à la surface du sol, avant qu'elle fût minéralisée, soit que le liquide thermal l'ait rencontré dans les profondeurs, il me semble qu'on peut, dans tous les cas, se rendre compte de l'absorption de l'oxygène de cet air et du dégagement d'azote de la manière suivante :

Toutes les eaux minérales sulfureuses des Pyrénées contiennent une proportion plus ou moins notable de matière organique. Cette matière organique possède, comme il est facile de s'en assurer, un pouvoir réducteur très-puissant; il suffit, par exemple, après avoir exposé une eau sulfureuse au contact de l'air jusqu'à ce qu'elle ne contienne plus aucune trace de sulfure alcalin, de l'introduire dans une bouteille bien bouchée où on la conservera pendant plusieurs mois; on trouvera presque toujours au bout de ce temps qu'elle est redevenue sulfureuse, et que l'air qui existait dans le goulot de la bouteille, entre le liquide et le bouchon, ne contient plus d'oxygène. La matière organique a donc absorbé, et l'oxygène de l'air, et celui des sulfates, et, en même temps qu'elle produisait un sulfure alcalin, elle a mis de l'azote en liberté.

Rien n'empêche d'admettre qu'un phénomène du même ordre se produit pendant la formation des eaux sulfureuses thermales. On s'expliquerait alors pourquoi ces eaux arrivent à la surface du sol sans avoir perdu leur sulfuration. La matière organique qui a déterminé la formation du sulfure de sodium ayant préalablement désoxygéné l'air qui aurait pu

les altérer, ces eaux chemineraient des profondeurs vers les couches supérieures dans une atmosphère protectrice (azote) jusqu'à ce qu'enfin, arrivées à une faible distance de leur griffon, elles rencontreraient de nouveau un air normal dont elles dissoudraient une petite quantité. Cet air serait promptement dépouillé de son oxygène, et le sulfure alcalin subirait, sous son influence, une décomposition rapide.

On s'expliquerait ainsi pourquoi les eaux sulfureuses des Pyrénées, quoiqu'elles tiennent de l'air en dissolution lorsqu'elles arrivent à leur point d'émergence, ne renferment encore que des traces à peine appréciables de sulfite, d'hyposulfite ou de sulfate de soude. En effet, l'air qu'elles tiennent en dissolution n'aurait agi sur elles que pendant un temps fort court. Il en serait autrement si l'on voulait admettre que c'est le sulfure de sodium qui a absorbé l'oxygène de l'air et mis l'azote en liberté. En pareil cas, je ne vois pas comment on pourrait se rendre compte de l'absence presque complète des sulfates, sulfites et hyposulfites dans l'eau thermale.

La théorie que je viens d'exposer aurait même l'avantage de pouvoir expliquer pourquoi plusieurs sources qui ne sont pas sulfureuses peuvent fournir un dégagement plus ou moins considérable d'azote.

EAUX SULFUREUSES DU DÉPARTEMENT DE LA HAUTE-GARONNE.

BAGNÈRES - DE - LUCHON.

Parmi les stations thermales des Pyrénées, il n'en est pas de plus importante que celle dont nous allons nous occuper. Ici, en effet, on rencontre les sources les plus sulfureuses de toute la chaîne; on y trouve, en outre, des sources moins riches en principes actifs, et qu'on peut classer parmi les eaux de force moyenne, et des sources faiblement minéralisées; on y rencontre enfin des eaux qui ont la propriété de subir une décomposition telle qu'une partie du soufre qu'elles renfermaient primitivement à l'état de sulfure de sodium, devenant libre, se trouve suspendue dans l'eau minérale et lui donne l'aspect d'une émulsion. Les bains d'eau blanche, qui ont l'apparence de bains de lait, sont fort recherchés par les malades.

Parmi les sources de Bagnères-de-Luchon, il en est dont la température est assez élevée pour qu'on puisse, à leur aide, utiliser le calorique sous toutes les formes et à tous les degrés auxquels on a recours dans les établissements d'hydrothérapie; les unes, très-chaudes et fortement minéralisées, se prêtent au traitement des maladies qui exigent l'emploi de beaucoup de chaleur et de beaucoup de soufre (sources Bayen, Pré n° 1); d'autres, très-chaudes mais beaucoup moins sulfureuses, conviennent pour le

traitement des affections qui exigent l'emploi de beaucoup de chaleur et d'une proportion moindre de soufre (Grotte supérieure); d'autres joignent à l'avantage d'être très-riches en principe sulfureux, celui d'avoir une température peu élevée et de permettre de donner aux malades peu de chaleur et beaucoup de soufre (Bordeu n° 1, Sengez n° 1). On trouve enfin, dans cette localité privilégiée, des sources à basse température et peu minéralisées. Le passage des sources chaudes aux sources froides, des sources fortes aux sources faibles, a lieu par une série de nuances ou de dégradations successives qui multiplie les ressources que les médecins peuvent utiliser.

Ajoutons à cela que, grâces à la haute intelligence de l'administration municipale de Bagnères-de-Luchon, grâces aux efforts personnels de M. Tron, maire de cette ville, les ressources les plus variées se trouveront réunies dans le magnifique établissement dont la construction a été confiée à M. Chambert, l'un des plus habiles architectes du Midi; et dans lequel les sources ont été conduites et aménagées avec une rare perfection par M. François.

A ces nombreux avantages, Bagnères-de-Luchon joint celui d'être placée dans l'une des plus gracieuses vallées de toute la chaîne.

Les malades qui ne peuvent pas, sans inconvénient, gravir des pentes un peu rapides, et qui ont cependant besoin de faire beaucoup d'exercice, peu-

vent parcourir le bassin dans lequel est bâtie la petite ville de Bagnères, et y faire de longues promenades sur un sol si peu accidenté, que l'on peut dire de ce bassin qu'il constitue une petite plaine située au milieu des montagnes.

Ceux qui ne craignent ni la fatigue ni les émotions vives trouveront sur les sommets des monts voisins les points de vue les plus ravissants. Je ne ferai que citer, parmi les localités que visitent habituellement les étrangers, le port de Vénasque, d'où l'on aperçoit dans son entier la Maladetta et ses immenses glaciers que les plus hardis, j'allais dire les plus téméraires, se hasardent quelquefois à traverser pour gravir jusqu'au sommet du pic Néthou (le plus élevé de la chaîne); le pic de Céciré, d'où l'on jouit à la fois de la vue de la plaine et de celle d'un nombre considérable de vallées, dont les plus gracieuses sont celles d'Oueil et de Larboust; l'Entécade, où l'on aperçoit, dans presque toute son étendue, la vallée d'Aran; le pic de Bocanère et le Monné, qui, se trouvant placés en quelque sorte sur le premier plan des Pyrénées, permettent d'avoir une vue d'ensemble des principales montagnes qui constituent cette chaîne. Je citerai encore, comme de charmantes promenades, celles de la vallée du Lys, du lac d'Oo, de la vallée d'Aran, etc.

Les eaux de Bagnères-de-Luchon, si variées par elles-mêmes, emprunteront une valeur nouvelle aux ressources balnéaires qui se trouvent rassemblées dans cette belle localité.

On en jugera par la description suivante que j'emprunte à MM. Chambert et François (1) .

Considérés dans leur ensemble, les thermes de Luchon comprennent : 1° des galeries souterraines creusées dans la montagne dont quelques-unes sont taillées dans le granit lui-même. Ces galeries ont servi à poursuivre presque toutes les sources supérieures jusqu'à leur sortie de la roche en place où elles ont été captées avec le plus grand soin ; elles présentent un développement d'environ 890 mètres courants, les sources supérieures s'y trouvant disposées dans l'ordre suivant, en allant du nord au sud : Richard tempérée, Richard supérieure, Azémar, Reine, Bayen, Grotte supérieure, Blanche, Enceinte, Ferras ancienne, Ferras nouvelle, Lachapelle, Bosquet, Sengez, Bordeu, Pré. Ces galeries ont, dans presque toute leur étendue, une hauteur suffisante pour qu'on puisse s'y promener debout. Elles ont été appropriées, dans une étendue d'environ 210 mètres, pour salles d'inhalation et étuves sèches. A l'entrée de la galerie de la Reine se trouve une salle de forme semi-circulaire, au milieu de laquelle est disposé un tambour muni d'ouvertures qui peuvent être fermées, soit partiellement, soit en totalité, à l'aide d'un registre mobile qui permet de répandre dans cette salle une quantité variable de vapeur sulfureuse. La température de l'air s'y élève jusqu'à 46° centigrades

(1) Voir à la fin de l'ouvrage le plan de l'établissement.

quand la vapeur d'eau minérale s'y répand librement. Une petite galerie latérale sert de vestiaire, et peut au besoin être utilisée comme salle de repos. La galerie de l'Enceinte pourrait d'ailleurs fournir au besoin une salle de repos d'autant plus convenable que sa température étant moins élevée que celle de la salle d'étuve, les malades éprouveraient, en sortant des galeries, une transition moins brusque et par conséquent moins dangereuse que s'ils fussent sortis directement.

Voici les températures qu'indiquait mon thermomètre, le 13 mai 1853, dans les principales galeries, les portes extérieures étant ouvertes :

Enceinte.	24°.
Blanche.	25,40.
Reine.	33,00.
Grotte.	31,00.
Richard supérieure. .	32,20.

Les portes étant fermées :

Reine.	39,80.
Grotte.	40,20.

2° Quatorze buvettes, situées entre les galeries souterraines et leurs réservoirs, sur un plein-pied de 500 mètres de développement qui peut servir de promenade aux buveurs.

Ces buvettes sont entretenues par les sources suivantes : Richard supérieure, Richard tempérée, Reine, Grotte supérieure, Blanche, Enceinte, Ferras ancienne, Ferras nouvelle, Etigny n° 1,

Sengez n° 1, Bordeu n° 1, Pré n° 1, Pré n° 2, Source ferrugineuse.

L'eau de certaines buvettes (Pré n° 1) est refroidie par serpentinage, et peut être bue sans mélange d'eau froide.

3° Dix-neuf réservoirs, dont quelques-uns (celui de la Reine pour bains) communiqueront avec des gazomètres à air désoxygéné ; ce qui permettra de conserver l'eau dans ces réservoirs aussi bien que si elle était enfermée dans des bouteilles pleines et parfaitement bouchées.

Le bâtiment thermal comprend :

1° Une vaste salle de pas-perdus communiquant, par deux belles galeries transversales avec toutes les parties des thermes; elle se termine par un grand escalier central qui conduit aux salles d'inhalation, aux buvettes supérieures, aux réservoirs et aux étuves souterraines.

2° Sept salles de bains qui constituent autant de pavillons isolés. Parmi ces salles, les unes ont leur voûte très-élevée, ce qui amoindrit considérablement l'altération de l'air par les vapeurs sulfureuses; les autres ont des voûtes plus basses et en quelque sorte déprimées, ce qui favorise l'élévation de température et l'action de l'acide sulfhydrique sur les malades.

Dans les salles à voûte élevée, il en est qui contiennent des cabinets de bains dépourvus de voûtes et recouverts par de simples tentures en coutil; d'autres ont des voûtes partielles; d'autres, enfin, des voûtes complètes.

Dans les salles à voûte déprimée se trouvent des cabinets de bains à voûte surbaissée, fort analogues à ceux de Baréges.

Les eaux sont divisées dans ces salles, de telle sorte que chacune d'elles puisse, suivant que l'exigent la saison, l'état du ciel ou les indications médicales, être prise avec ou sans buée de vapeur, et dans une atmosphère dont la richesse en principe sulfureux est réglée, pour ainsi dire, à volonté.

Les salles et les cabinets sont pourvus de moyens d'aérage disposés de telle manière, qu'il n'est pas possible que les baigneurs éprouvent des variations de température trop brusques (1).

Les salles n° 1 et 2 reçoivent, d'une part, les sources du Pré, de Bordeu et du Bosquet; d'autre part, celles de Ferras et d'Etigny. La salle n° 1 a des cabinets à voûtes pleines et à voûtes partielles; ceux de la salle n° 2 sont recouverts par des tentures en coutil.

Au centre, et symétriquement par rapport à l'axe des thermes, sont groupées les salles n° 3, 4, 5 et 6, desservies par les sources de la Reine, la Grotte inférieure, la Blanche et Azémar. Chacune de ces salles a un caractère particulier et une destination

(1) Il résulte de la disposition des salles et des cabinets de bains, que les malades trouveront, en entrant dans l'établissement, un air dont la température et la richesse en principe sulfureux iront croisssant jusque dans le cabinet des bains. Ce sera l'inverse à la sortie. Cette disposition, conforme aux données de la science, fait honneur à l'archictecte.

spéciale ; ainsi la salle n° 3 est à voûte déprimée et à cabinets voûtés, tous pourvus de douches diverses de force moyenne alimentées par la Reine. La salle n° 4 est à voûte élevée avec des cabinets à voûte entière ou partielle. Les salles n°s 5 et 6 sont alimentées par les sources de la Reine, de la Grotte inférieure et de la Blanche ; mais les deux premières y seront facultativement refroidies par serpentinage. La salle n° 5 est à voûte déprimée, et les cabinets y sont à voûte pleine ; les appareils à douches y sont entretenus par la source Azémar et la Froide. La salle n° 6 est à voûte élevée, et les cabinets y sont recouverts par une simple tenture en coutil. La salle n° 7 reçoit les eaux de Richard supérieure et de Richard inférieure (n° 2).

Enfin, une salle spéciale, alimentée par l'eau des sources Richard, sera disposée pour les dames et alimentée par les mêmes eaux que la précédente ; elle recevra, en outre, la source Richard inférieure n° 1. Une salle particulière est destinée aux indigents. Les baignoires, au nombre de cent une, sont en marbre ; toutes sont munies de douches locales mobiles et des douches d'injection ; 23 sont pourvues de douches ordinaires diverses.

Toutes ces baignoires reçoivent l'eau, à leur partie inférieure et latérale, par une bague filetée qui permet d'y adapter facultativement des appareils à douches locales mobiles, comprenant toutes les douches locales diverses et les douches d'injection de toute sorte.

3° Cinq grandes douches (douche jumelle, douche écossaise, et douche de pression) ;

4° Trois piscines, de quinze places chacune ; l'une d'elles est destinée au service des indigents ;

5° Trois douches ascendantes fixes , facultativement sulfureuses ou émollientes ;

6° Une douche locale fixe ou de lotion ;

7° Des étuves, bains et douches de vapeurs totaux ou partiels, deux bains russes, avec cabinets de repos, alimentés à volonté par des vapeurs sulfureuses ou par des vapeurs salines fournies par deux générateurs ;

8° Une piscine gymnastique et natatoire ;

9° Sept buvettes inférieures, groupées le long du corridor des douches.

Les eaux sont dirigées du point d'émergence aux réservoirs dans des tuyaux en porcelaine, pour les sources les plus rapprochées, et dans des caniveaux hermétiques en bois injecté, pour les plus éloignées. Depuis les réservoirs jusqu'aux lieux d'emploi, les eaux sont conduites dans des tuyaux en bois injecté. Ces tuyaux ont l'avantage de conserver mieux que ceux de plomb la température du liquide minéral.

Toutes les baignoires admettant l'eau par la partie inférieure, on évite l'introduction d'une quantité notable d'air dans le bain, et on empêche la destruction rapide du sulfure.

Les grandes douches et les bains chauds avec douches fortes sont alimentés par les sources de la

Grotte supérieure, de Bayen, de la Reine et d'Azémar.

La douche locale fixe reçoit les eaux d'Etigny.

Les douches ascendantes sont entretenues par les eaux d'Etigny, de Ferras, et de Richard tempérées: elles peuvent aussi être alimentées par des mélanges mucilagineux et émollients.

Les étuves souterraines sont échauffées par la portion des eaux de la Reine et de Bayen, destinées aux douches. Les étuves inférieures reçoivent au passage les trop pleins des buvettes et sources inférieures, ainsi que ceux des réservoirs chauds, qui, de là, se rendent aux réservoirs des piscines. Elles seront d'ailleurs munies d'appareils qui permettront d'y développer à volonté des vapeurs sulfureuses.

La piscine de natation sera alimentée à l'avant et à l'arrière de la saison par les eaux des sources de Richard, de la Reine et de la Froide. Pendant la saison, elle recevra la Froide qui, comme on le sait, est une eau saline que l'on entretiendra à une température convenable par des jets de vapeur fournis par un générateur placé sous le grand escalier de la salle des pas perdus.

Telles sont, en abrégé, les ressources balnéaires dont on peut disposer à Bagnères-de-Luchon. Passons maintenant à l'examen des propriétés physiques et chimiques des eaux de cette localité.

Chargé, en 1849, par le Conseil municipal de Bagnères-de-Luchon, d'étudier les sources ther-

males que possède cette commune, j'ai consacré environ quatre ans à leur examen; j'ai passé, à plusieurs reprises, des mois entiers sur les lieux pour y étudier la composition des eaux, les variations qu'elles éprouvent dans les diverses saisons, les moyens qu'il convient d'employer pour prévenir leur altération, etc. Mes recherches ont fait le sujet de plusieurs Mémoires que j'ai adressés à l'Institut, à l'Académie impériale de Médecine et au Conseil supérieur d'Hygiène. Les encouragements flatteurs qui m'ont été accordés par ces compagnies savantes m'ayant autorisé à croire que les résulats que j'ai obtenus ne sont pas absolument dépourvus d'intérêt, j'ai cru devoir entrer, à propos de ces eaux, que j'ai beaucoup mieux étudiées que celles des autres localités thermales, dans des détails assez circonstanciés. Je décrirai donc avec soin les propriétés des eaux de Bagnères-de-Luchon, et je les considérerai comme un type auquel je rapporterai les autres eaux sulfureuses de la chaîne, en ayant soin de faire ressortir de mon mieux les analogies et les différences qu'elles présentent.

Les sources minérales que possède la commune de Bagnères-de-Luchon sont fort nombreuses : on peut les diviser comme il suit :

1° Eaux sulfureuses;

2° Eaux salines (sulfureuses dégénérées);

3° Eaux ferrugineuses.

Les sources sulfureuses sont actuellement au nombre de 38, dont 22 ont été découvertes par M. Fran-

çois, depuis 1848. Ces 38 sources constituent la série d'eaux sulfureuses la plus belle et la plus complète qui soit connue ; la richesse de certaines sources est telle qu'aucune autre localité des Pyrénées ne peut être comparée, sous ce rapport, à Bagnères-de-Luchon. Le débit de l'ensemble des sources s'élève à environ 416 mille litres en 24 heures à l'étiage, et à 472 mille litres lors des grandes infiltrations.

Analyse qualitative des eaux de Bagnères-de-Luchon.

Ces eaux sont limpides, incolores, elles exhalent une odeur prononcée d'œufs couvés ; leur saveur est franchement hépatique, leur densité est un peu plus forte que celle de l'eau distillée. Ces eaux laissent dégager à leurs griffons une quantité assez notable d'azote ; on trouve dans les conduits de quelques-unes d'entre elles (Sengez, Bosquet) des dépôts abondants de glairine, tantôt colorée en noir par un peu de sulfure de fer, tantôt grisâtre et translucide ; dans d'autres, des filaments de sulfuraire d'une belle blancheur. Quelques-unes de ces sources (Pré n° 1, Bordeu n° 1, Reine, Grotte supérieure, Richard supérieure) dégagent dans leurs conduits et dans leurs réservoirs une quantité assez notable d'acide sulfhydrique ; cet acide, étant décomposé par l'air dans certains points, produit de l'eau et des dépôts de soufre qu'on remarque sur la

partie supérieure des conduits, ou sur les voûtes des réservoirs dans des endroits que le niveau de l'eau sulfureuse n'atteint jamais. Les portions de roche, qui sont dans les galeries souterraines où coulent les sources étant soumises à l'action simultanée de l'air, de l'acide sulfhydrique et de la vapeur d'eau à une température élevée, sont vivement attaquées par les vapeurs et se recouvrent d'efflorescences cristallines, dont je ferai connaître plus loin la composition.

Soumises à l'action de la chaleur, à l'abri du contact de l'air, les eaux de Luchon laissent dégager, quelques instants avant d'entrer en ébullition, une petite quantité de gaz; le dégagement devient plus rapide quand l'eau commence de bouillir, mais il semble cesser bientôt après; cependant, si l'on entretient l'ébullition, de très-petites bulles continuent de se dégager en même temps que la vapeur d'eau, et ce dégagement, lent et presque insensible, dure jusqu'au moment où le principe sulfureux a été complètement détruit, ce qui exige un temps fort long.

Si l'on examine l'eau qui reste après que tout dégagement de gaz a cessé, on ne lui trouve plus ni l'odeur ni la saveur qui la caractérisaient; elle ne précipite plus en noir les sels de plomb, l'élément sulfureux semble s'être dissipé tout entier sous la forme gazeuse. Une recherche attentive prouve cependant que le résidu contient un peu plus d'hyposulfite de soude que n'en renfermait l'eau avant

d'avoir été ainsi altérée. Le gaz qui s'est dégagé est absorbé en partie par les sels de plomb qu'il précipite en noir; la partie non absorbée possède tous les caractères de l'azote; je n'ai jamais pu y reconnaître la présence de l'acide carbonique (1). La vapeur d'eau qui se condense pendant cette opération fournit un liquide possédant tous les caractères d'une solution d'acide sulfhydrique.

Si, au lieu de faire bouillir l'eau minérale pendant longtemps, on n'entretient l'ébullition que pendant quelques instants, le gaz qui se dégage est formé presque en totalité par de l'azote, et ne contient que des traces d'acide sulfhydrique.

Si, après avoir désulfuré de l'eau minérale par un sel de plomb ou d'argent, on la fait bouillir sur-le-champ dans un appareil convenable, elle fournit un gaz qui est un mélange à proportions variables d'azote et d'oxygène.

J'ai remarqué que l'eau de certaines sources était plus riche en oxygène à l'époque de la fonte des neiges qu'à toute autre époque. Le tableau suivant peut donner une idée de ces variations.

L'analyse a été faite en absorbant l'oxygène par le phosphore; le volume du gaz est rapporté à la température de zéro et à la pression de 0,76.

J'ai fait moi-même la majeure partie de ces analyses; quelques-unes ont été faites à ma demande

(1) Les eaux de Bonnes, de Baréges et de Saint-Sauveur donnent un gaz qui contient un peu d'acide carbonique.

par M. François. J'ai joint à l'examen des gaz tenus en dissolution par l'eau minérale celui des gaz que contenaient à la même époque les eaux froides environnantes.

NOMS des SOURCES.	DATES des expériences.	Volume de gaz dégagé par un litre d'eau.	Quantité de gaz absorbée par le phosphore.	Quantité d'oxygène sur 100 parties de gaz dégagé.	Observations.
	1850				
Bayen.	3 févr.	21,00	3,15	15,00	Beau temps, dégel.
id. . . .	4 févr.	19,20	2,68	13,90	*id.* *id.*
id. . . .	29 mars	20,00	1,75	8,75	Beau temps.
id. . . .	28 avril	19,50	1,60	8,20	Pluie douce.
id. . . .	12 mai.	18,50	1,75	9,40	Beau temps.
id. . . .	18 mai.	13,00	1,25	9,60	Pluie douce.
Ferras sup. n° 1.	13 févr.	16,00	4,48	28,00	Fonte de neige ab.
id. n° 2.	29 mars	32,50	4,79	14,75	Beau temps.
Grotte supér. .	13 février.	17,00	4,00	23,53	Fonte de neige.
Etigny n° 2. .	5 févr.	20,00	3,20	16,00	*id.* . . . .
id. . . .	13 févr.	18,00	3,60	20,00	*id.* . . . .
Froide des bains	6 févr.	23,00	3,76	22,00	Beau temps, dégel
id. . . .	29 mars	25,00	8,00	22,60	Beau temps.
id. . . .	28 avril	17,20	3,70	21,50	Pluie douce.
id. . . .	12 mai.	19,00	4,10	21,20	Beau temps.
id. . . .	18 mai.	16,20	3,80	25,80	Pluie douce.
Fr. du Pré Ferr.	5 févr.	22,00	6,38	29,00	Fonte de neige.
id. . . .	29 mars	25,30	8,40	33,00	Beau temps.
id. . . .	28 avril.	33,00	8,00	24,20	Pluie.
id. . . .	12 mai.	31,50	8,00	25,40	Beau temps.
id. . . .	18 mai.	37,00	10,50	28,40	Pluie.

Comme on le voit, le volume absolu de l'air que ces eaux tiennent en dissolution varie d'un jour à l'autre; on voit aussi que la proportion d'oxygène y est très-variable, et qu'elle est plus forte dans les

eaux les moins chaudes, surtout dans celles qui subissent d'une manière évidente l'influence des eaux froides (non minérales).

On voit, enfin, qu'à l'époque de la fonte des neiges, l'eau sulfureuse de certaines sources contient presque autant d'oxygène que l'eau ordinaire. Ceci peut rendre compte de la couleur verte que présente quelquefois l'eau de certaines sources (prise au griffon), de la facilité avec laquelle l'eau blanchit certains jours, tandis qu'elle refuse de blanchir d'autres fois, de l'altérabilité extrême de quelques sources, et d'une foule d'autres faits qui ont été observés de tout temps à Bagnères-de-Luchon, et dont on n'avait pas donné jusqu'à ce jour une explication satisfaisante.

Les eaux de Bagnères-de-Luchon ramènent au bleu la teinture de tournesol rougie; elles verdissent le sirop de violette, elles précipitent en noir la solution des sels de plomb, d'argent, etc.

L'alcalinité de ces eaux me paraît être due presque en entier au sulfure alcalin; si, en effet, on les désulfure par le sulfate de plomb (qui n'a pas d'action sur le carbonate ou le silicate de soude) (1), la

(1) Le sulfate de plomb serait sans doute altéré par des solutions concentrées de carbonate ou de silicate de soude; mais il s'agit ici de solutions très-étendues sur lesquelles je me suis assuré qu'il n'agit pas; le sulfure de plomb qui provient de cette opération est en effet dépourvu de carbonate et de silicate de plomb.

liqueur, filtrée, ne ramène que très-lentement au bleu le papier de tournesol rougi (1).

L'acide arsénieux n'y produit un précipité de sulfure d'arsenic que dans le cas où l'on acidule le mélange.

Les feuilles d'argent ou de cuivre métallique qu'on plonge dans l'eau à l'abri de l'air extérieur y restent quelquefois brillantes, tandis que d'autres fois elles prennent une teinte brune bien caractérisée. C'est surtout quand l'eau contient beaucoup d'oxygène en dissolution que ces métaux brunissent.

Les acides sulfurique et chlorhydrique avivent l'odeur de l'eau ; ils n'y produisent aucun précipité.

Le chlorure de barium fournit sur-le-champ un précipité blanc avec l'eau des sources les moins sulfureuses (Ferras, Etigny, etc.) ; les sources riches en sulfure restent parfaitement limpides pendant plus d'un quart d'heure après l'addition de ce réactif; elles fournissent pourtant à la longue un léger précipité composé presque en entier de silicate de baryte mêlé d'une trace de sulfate et de sulfite de cette base; les sources Bayen, Pré n° 1, Bordeu n° 1, sont dans ce cas (2).

(1) Les eaux sulfureuses des Pyrénées sont moins alcalines qu'on ne le croit généralement ; celles de Labassère, Baréges et Saint-Sauveur m'ont paru un peu plus alcalines que les autres. On trouve à Luchon des eaux qui sont à peine alcalines et d'autres qui le sont très-sensiblement.

(2) Cette absence des sulfates dans les eaux les plus sulfu-

L'azotate d'argent donne lieu à un précipité brun que l'ammoniaque rend complètement noir ; la liqueur ammoniacale, étant filtrée et sursaturée par l'acide azotique pur, donne un précipité blanc de chlorure d'argent; ce précipité est d'autant plus abondant que l'eau est plus sulfureuse ; la quantité des chlorures n'est pas rigoureusement proportionnelle à celle du sulfure de sodium, mais elle croît avec cette dernière, de telle sorte qu'à Luchon, par exemple, si l'on classait les eaux d'après leur richesse en chlorures, on les aurait classées presque toutes d'après leur richesse en sulfure.

L'eau de chaux détermine dans l'eau de Luchon un léger précipité blanc qui ne se dépose qu'au bout de plusieurs heures; ce précipité est formé presque en totalité de silicate de chaux.

Si, après avoir concentré l'eau de Luchon (50 lit. ont été réduits à 1 litre), on y verse du sel ammoniac et de l'ammoniaque, on obtient un précipité gélatineux que la potasse dissout en partie; la solution alcaline étant saturée d'abord par de l'acide azotique, puis mêlée avec de l'ammoniaque en excès, laisse déposer un précipité blanc gélatineux; ce précipité étant séché, humecté avec un peu d'une solu-

reuses n'est pas particulière aux sources de Luchon ; je l'ai constatée à Baréges, Saint-Sauveur, Cauterets et Labassère.

Le précipité formé par le chlorure de barium dans les eaux de Baréges, Saint-Sauveur et Bonnes contient un peu de carbonate de baryte ; les eaux de Bonnes fournissent beaucoup de sulfate.

tion d'azotate de cobalt et chauffé au chalumeau, prend une belle couleur bleue.

La portion du précipité que la potasse a refusé de dissoudre est soluble dans l'acide chlorhydrique; sa solution saturée avec soin par l'ammoniaque, et additionnée de succinate d'ammoniaque, a donné un précipité de succinate de fer qui a été séparé par filtration; la liqueur filtrée a fourni avec le sulfhydrate d'ammoniaque un précipité de couleur de chair formé de sulfure de manganèse; la liqueur, séparée par filtration du sulfure de manganèse, a donné avec le phosphate d'ammoniaque un précipité de phosphate ammoniaco-magnésien. La potasse, la soude et le carbonate neutre de ces bases produisent dans l'eau de Luchon un léger précipité blanc.

L'oxalate d'ammoniaque y produit aussi un léger précipité blanc.

Si l'on fait évaporer à siccité de l'eau de Luchon, elle laisse un résidu grisâtre, qui brunit lorsqu'on le calcine, répand une odeur empyreumatique, et blanchit de nouveau par une calcination prolongée.

Ce résidu étant repris par l'eau distillée, lui cède du chlorure de sodium et des sulfates de soude, de chaux et de magnésie (1); le chlorure de platine décèle dans cette solution aqueuse l'existence d'un peu de potasse.

(1) Ces sulfates ne préexistent qu'en partie dans l'eau; une portion se produit pendant l'évaporation par la combustion des éléments du sulfure.

Le résidu insoluble dans l'eau étant attaqué par l'acide azotique, se dissout en partie en produisant une très-légère effervescence; une lame de verre, qui recouvrait la capsule de platine dans laquelle j'ai attaqué ce précipité, n'a présenté aucune trace d'altération.

La solution acide donnait avec l'ammoniaque un léger précipité dans lequel il était facile de reconnaître l'existence de l'alumine et de l'hydrate de fer: une partie de ce précipité a été desséchée avec soin, puis introduite dans un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités, et chauffée avec un peu de potassium métallique; en humectant ensuite le mélange, j'ai pu sentir bien distinctement l'odeur du phosphure d'hydrogène. L'azotate d'urane fournissait, avec la solution acide de ce précipité, un peu de phosphate d'urane. La liqueur ammoniacale, séparée du précipité mixte d'alumine, d'hydrate de fer, de manganèse et du phosphate dont je viens de parler, a fourni avec l'acide sulfhydrique un très-léger précipité que j'ai séparé de la liqueur surnageante (par décantation); ce précipité a été dissous à l'aide de quelques gouttes d'acide azotique pur; la solution acide a été évaporée à siccité à une douce chaleur; le résidu, repris par quelques gouttes d'eau distillée, a donné toutes les réactions des sels de cuivre.

La liqueur qui avait fourni ce précipité de sulfure de cuivre contenait, en outre, de la chaux et de la magnésie dont la présence était facile à constater à

l'aide de l'oxalate et du phosphate d'ammoniaque. La partie du résidu de l'évaporation de l'eau de Luchon, qui avait résisté à l'action de l'acide azotique, a cédé, à une solution bouillante de potasse caustique, un peu de silice; la matière insoluble dans la potasse a été lavée, séchée et mélangée avec du fluorure de calcium en poudre et de l'acide sulfurique; elle a donné ainsi un dégagement de fluorure de silicium et un résidu que j'ai repris par de l'acide chlorhydrique; la solution acide contenait des traces de soude, de chaux, de magnésie et de fer.

Si l'on désulfure 1 litre d'eau (prise à son griffon) en l'agitant avec un excès de sulfate de plomb, qu'on filtre et qu'on réduise par évaporation la liqueur filtrée à un petit volume, l'eau ainsi concentrée prend une belle couleur bleue quand on la mêle avec de l'acide iodique et de la colle d'amidon ; si, avant d'y verser l'acide iodique et l'amidon, on y ajoute un peu de chlorure de barium et qu'on filtre, on n'obtient plus une aussi belle couleur bleue avec le liquide, tandis que le précipité resté sur le filtre se colore légèrement en bleu quand on le mêle avec ces deux réactifs (1). Si l'on fait évaporer à siccité 50 litres d'eau dans lesquels on a fait dissoudre 5 à 6 grammes de potasse (provenant du tartre) (2), qu'après

(1) Ce procédé permet de distinguer les sulfites des hyposulfites ; il est fondé sur l'insolubilité du sulfite de baryte et sur a solubilité de l'hyposulfite.

(2) Je savais à l'époque où j'ai fait ces recherches que les

avoir calciné le résidu, on l'épuise par l'alcool bouillant, qu'on fasse évaporer à siccité la solution alcoolique, et qu'on reprenne par de l'eau distillée le produit de cette évaporation, on obtient une liqueur dans laquelle il est facile de constater la présence de l'iode, soit par les sels de palladium, soit à l'aide de l'amidon. L'eau évaporée sans addition de potasse ne donne pas les réactions de l'iode.

Les éléments, dont les réactions que je viens d'énumérer indiquent l'existence dans l'eau de Luchon, sont les suivants :

Des sulfures,
Des traces d'acide sulfhydrique,
Des sulfates,
Des traces de sulfites et d'hyposulfites,
Des chlorures,
Des traces d'iodures,
De l'acide silicique,
Des silicates solubles,
Des silicates insolubles,
Des carbonates,
Des phosphates,
Des sels solubles de chaux,
— de magnésie,

potasses du commerce contenaient de l'iode; je l'avais même écrit à mon excellent ami, M. Chatin, quelques jours avant la publication de son second mémoire; je signale ce fait, non pour contester à M. Chatin la priorité de cette découverte, mais pour donner une preuve du soin avec lequel j'ai opéré.

Des sels insolubles de chaux,
— de magnésie,
Des traces de fer,
— de manganèse,
— de cuivre,
— d'alumine,
— de potasse,
Une matière organique,
De l'oxygène,
De l'azote.

La composition chimique des eaux de Luchon est-elle invariable?

J'ai démontré plus haut que la température des sources, même les mieux aménagées, éprouvait des variations légères; j'ai pensé qu'il serait convenable de rechercher si la composition chimique de ces sources ne serait pas elle-même un peu variable et d'établir, dans ce dernier cas, aussi bien que possible, les limites de ces variations, et d'en rechercher attentivement les causes.

J'ai entrepris, pour résoudre ces questions, une série d'expériences fort longues qui consistait dans l'observation journalière du degré sulfhydrométrique de quelques sources (choisies parmi les plus importantes). La hauteur du baromètre était notée avec soin au moment de l'observation qui était faite, autant que possible, tous les jours à la même heure. M. François a eu la bonté, lorsque j'ai été obligé de

DATES des EXPÉRIENCES.	Hauteur du baromètre.	Température extérieure.	QUANTITÉ D'IODE ABSORBÉE PAR UN LITRE D'EAU.											ÉTAT DU CIEL.	OBSERVATIONS.
			Reine.	Bayen.	Grotte supérieure.	Ferras n° 2	Ferras n° 1.	Etigny n° 1.	Etigny n° 2	Richard supérieure.	Arsenal Ancienne du Chauffoir.	Blanche.	Lachapelle.		
16 mars 1850.	0,7042	13,15	0,1720	0,2520	0,0980	0,0220	0,0660	0,0880	»	»	»	»	»		
17 —	0,7037	5,60	0,1740	0,2530	0,0970	0,0240	0,0650	0,0880	»	»	»	»	»		
18 —	0,7037	8,30	0,1670	0,2520	0,0980	0,0200	0,0660	0,0880	»	»	»	»	»		
19 —	0,7086	10,00	0,1740	0,2580	0,1020	0,0260	0,0670	0,0880	»	»	»	»	»		
20 —	0,7106	9,00	0,1740	0,2580	0,0980	0,0280	0,0630	0,0910	»	»	»	»	»		
21 —	0,7098	9,00	0,1720	0,2510	0,1000	0,0230	0,0630	0,0920	»	»	»	»	»		
22 —	0,7091	8,00	0,1720	0,2540	0,0990	0,0240	0,0670	0,0930	»	»	»	»	»		
23 —	0,7081	7,00	0,1710	0,2540	0,0990	0,0210	0,0670	0,0930	»	»	»	»	»		
24 —	0,7061	5,00	0,1710	0,2520	0,0980	0,0220	0,0670	0,0940	»	»	»	»	»		
25 —	0,7042	3,00	0,1710	0,2570	0,0990	0,0240	0,0670	0,0940	»	»	»	»	»		
26 —	0,7061	5,00	0,1710	0,2520	0,0980	0,0220	0,0630	0,0980	»	»	»	»	»		
27 —	0,7061	7,00	0,1710	0,2520	0,0930	0,0220	0,0680	0,0970	»	»	»	»	»		
28 —	0,7070	10,00	0,1710	0,2520	0,0940	0,0200	0,0680	0,0980	»	»	»	»	»		
29 —	0,7072	13,00	0,1700	0,2510	0,0970	0,0190	0,0670	0,1010	»	»	»	»	»		
30 — matin	0,7052	14,00	0,1700	0,2550	0,0970	0,0200	0,0660	0,1010	»	»	»	»	»		
30 — soir.	0,7036	13,00	0,1720	0,2550	0,0990	0,0220	0,0670	0,1010	»	»	»	»	»		
31 —	0,7046	12,00	0,1720	0,2530	0,0990	0,0200	0,0670	0,1010	»	»	»	»	»		
1er avril 1850	0,7000	15,00	0,1700	0,2510	0,0900	0,0230	0,0650	0,1030	»	»	»	»	»		
2 —	0,6940	15,00	0,1720	0,2560	0,1020	0,0190	0,0650	0,1040	»	»	»	»	»		
3 —	0,7040	10,00	0,1730	0,2560	0,1020	0,0210	0,0670	0,1060	»	»	»	»	»		
4 —	0,7050	13,00	0,1700	0,2500	0,1010	0,0220	0,0700	0,1080	»	»	»	»	»		
5 —	0,7126	14,00	0,1680	0,2500	0,1020	0,0200	0,0690	0,1110	»	»	»	»	»		
6 —	0,7072	14,00	0,1680	0,2530	0,1060	0,0220	0,0710	0,1130	»	»	»	»	»		
7 —	0,7058	15,00	0,1700	0,2530	0,1080	0,0200	0,0750	0,1150	»	»	»	»	»		
8 —	0,6992	16,00	0,1730	0,2580	0,1110	0,0200	0,0700	0,1150	»	»	»	»	»		
9 —	0,7024	12,00	0,1730	0,2560	0,1180	0,0230	0,0690	0,1160	»	»	»	»	»		
10 —	0,6985	8,00	0,1740	0,2600	0,1210	0,0250	0,0730	0,1200	»	»	»	»	»		
11 —	0,7002	11,00	0,1700	0,2530	0,1070	0,0220	0,0700	0,1200	»	»	»	»	»		
12 —	0,7030	12,00	0,1690	0,2530	0,1060	0,0230	0,0700	0,1220	»	»	»	»	»		
13 —	0,7100	10,00	0,1690	0,2520	0,1060	0,0260	0,0700	0,1220	»	»	»	»	»		
14 —	0,7100	15,00	0,1690	0,2510	0,1090	0,0240	0,0710	0,1250	»	»	»	»	»		
15 —	0,7050	13,00	0,1710	0,2510	0,1080	0,0230	0,0690	0,1270	»	»	»	»	»		
16 —	0,7058	13,00	0,1710	0,2540	0,1120	0,0230	0,0750	0,1320	»	»	»	»	»		
17 —	0,7092	9,00	0,1740	0,2560	0,1140	0,0250	0,0760	0,1320	»	»	»	»	»		
18 —	0,7112	10,00	0,1680	0,2570	0,1140	0,0230	0,0750	0,1350	»	»	»	»	»		
19 —	0,7155	9,00	0,1720	0,2580	0,1190	0,0260	0,0730	0,1380	»	»	»	»	»		
20 —	0,7032	9,00	0,1740	0,2590	0,1210	0,0260	0,0740	0,1380	»	»	»	»	»		
21 —	0,7050	13,00	0,1750	0,2580	0,1160	0,0290	0,0740	0,1390	»	»	»	»	»		
22 —	0,7092	9,00	0,1770	0,2570	0,1170	0,0250	0,0740	0,1380	»	»	»	»	»		
23 —	0,7115	9,00	0,1750	0,2580	0,1360	0,0250	0,0730	0,1390	»	»	»	»	»		
24 —	0,7105	12,00	0,1750	0,2540	0,1170	0,0240	0,0720	0,1400	»	»	»	»	»		
25 —	0,7130	8,00	0,1740	0,2580	0,1170	0,0250	0,0740	0,1440	»	»	»	»	»		
26 —	0,7050	11,00	0,1750	0,2580	0,1140	0,0260	0,0740	0,1400	»	»	»	»	»		
27 —	0,7045	10,00	0,1780	0,2580	0,1180	0,0260	0,0710	0,1410	»	»	»	»	»		
28 —	0,7045	14,00	0,1780	0,2580	0,1200	0,0260	0,0740	0,1420	»	»	»	»	»		
29 —	0,7072	12,00	0,1750	0,2600	0,1250	0,0260	0,0740	0,1420	»	»	»	»	»		
30 —	0,7087	12,00	0,1770	0,2600	0,1200	0,0230	0,0710	0,1400	»	»	»	»	»		
1er mai 1850.	0,7070	9,00	0,1770	0,2560	0,1240	0,0250	0,0720	0,1360	»	»	»	»	»		
2 —	0,7090	8,00	0,1780	0,2580	0,1220	0,0250	0,0720	0,1380	»	»	»	»	»		
3 —	0,7122	6,00	0,1780	0,2600	0,1230	0,0220	0,0690	0,1350	»	»	»	»	»		
4 —	0,7087	7,00	0,1770	0,2580	0,1220	0,0230	0,0690	0,1340	»	»	»	»	»		
5 —	0,7020	13,00	0,1780	0,2580	0,1230	0,0220	0,0690	0,1310	»	»	»	»	»		
6 —	0,6970	14,00	0,1800	0,2600	0,1230	0,0220	0,0680	0,1310	»	»	»	»	»		
7 —	0,6969	13,00	0,1800	0,2610	0,1240	0,0180	0,0640	0,1280	»	»	»	»	»		
8 —	0,7060	13,00	0,1800	0,2600	0,1220	0,0200	0,0650	0,1270	»	»	»	»	»		
9 —	0,7085	12,00	0,1810	0,2600	0,1230	0,0220	0,0660	0,1260	»	»	»	»	»		
10 —	0,7110	10,00	0,1760	0,2540	0,1220	0,0210	0,0620	0,1220	»	»	»	»	»		
11 —	0,7124	9,00	0,1760	0,2580	0,1200	0,0220	0,0640	0,1220	»	»	»	»	»		
12 —	0,7105	19,00	0,1790	0,2580	0,1210	0,0200	0,0620	0,1220	»	»	»	»	»		
13 —	0,7100	13,00	0,1800	0,2600	0,1220	0,0210	0,0620	0,1210	»	»	»	»	»		
14 —	0,7092	13,00	0,1840	0,2610	0,1280	0,0220	0,0580	0,1210	»	»	»	»	»		
15 —	0,7032	12,00	0,1810	0,2600	0,1270	0,0220	0,0670	0,1210	»	»	»	»	»		
19 juin 1850	0,7140	14,00	0,1730	0,2520	0,1180	0,0180	0,0500	0,1210	»	»	»	»	»		
20 —	0,7150	15,00	0,1720	0,2480	0,1180	0,0190	0,0510	0,1220	»	»	»	»	»		
21 —	0,7210	21,00	0,1740	0,2480	0,1200	0,0180	0,0510	0,1250	»	»	»	»	»		
22 —	0,7150	18,00	0,1710	0,2480	0,1190	0,0190	0,0500	0,1230	»	»	»	»	»		
23 —	0,7140	20,00	0,1740	0,2550	0,1200	0,0190	0,0500	0,1230	»	»	»	»	»		
24 —	0,7140	19,00	0,1750	0,2520	0,1180	0,0180	0,0520	0,1220	»	»	»	»	»		
25 —	0,7110	22,00	0,1750	0,2540	0,1220	0,0190	0,0500	0,1210	»	»	»	»	»		
26 —	0,7100	24,00	0,1780	0,2560	0,1280	0,0170	0,0510	0,1250	»	»	»	»	»		
27 —	0,7090	25,00	0,1760	0,2560	0,1240	0,0180	0,0520	0,1230	»	»	»	»	»		
28 —	0,7080	22,00	0,1740	0,2560	0,1240	0,0170	0,0520	0,1220	»	»	»	»	»		
29 —	0,7080	21,50	0,1750	0,2520	0,1240	0,0180	0,0530	0,1220	»	»	»	»	»		
30 —	0,7130	21,50	0,1750	0,2540	0,1240	0,0190	0,0520	0,1240	»	»	»	»	»	pluie.	
1er juillet 1850	0,7120	20,00	0,1740	0,2520	0,1220	0,0170	0,0520	0,1220	»	»	»	»	»	couvert.	
2 —	0,7130	20,00	0,1680	0,2480	0,1140	0,0160	0,0480	0,1160	»	»	»	»	»	beau.	
3 —	0,7150	18,00	0,1690	0,2490	0,1170	0,0160	0,0480	0,1170	»	»	»	»	»	id.	
4 —	0,7150	20,00	0,1640	0,2480	0,1160	0,0160	0,0480	0,1160	»	»	»	»	»	couvert	
5 —	0,7120	21,00	0,1650	0,2460	0,1180	0,0140	0,0480	0,1180	»	»	»	»	»	id.	
8 —	0,7120	19,00	0,1650	0,2440	0,1160	0,0160	0,0460	0,1180	»	»	»	»	»	id.	
10 —	0,7120	19,00	0,1660	0,2420	0,1170	0,0160	0,0450	0,1170	»	»	»	»	»	id.	
11 —	0,7120	20,00	0,1670	0,2450	0,1160	0,0170	0,0480	0,1220	»	»	»	»	»	beau.	
12 —	0,7110	18,00	0,1640	0,2440	0,1190	0,0170	0,0480	0,1210	»	»	»	»	»	id.	
13 —	0,7090	22,00	0,1700	0,2480	0,1200	0,0170	0,0480	0,1250	»	»	»	»	»	orage.	
14 —	0,7090	20,00	0,1680	0,2510	0,1200	0,0170	0,0490	impos.	»	»	»	»	»	pluie.	
15 —	0,7090	19,00	0,1680	0,2460	0,1230	0,0170	0,0490	»	»	»	»	»	»	beau	
16 —	0,7090	23,00	0,1700	0,2520	0,1260	0,0180	0,0500	»	»	»	»	»	»	couvert.	
19 —	0,7120	21,50	0,1700	0,2480	0,1230	0,0160	0,0520	0,1320	»	»	»	»	»	id	
20 —	0,7120	20,00	0,1700	0,2460	0,1230	0,0160	0,0530	0,1320	»	»	»	»	»	pluie	
21 —	0,7110	16,00	0,1680	0,2460	0,1260	0,0170	0,0530	0,1340	»	»	»	»	»	id	
22 —	0,7110	15,00	0,1700	0,2500	0,1260	0,0160	0,0570	0,1350	»	»	»	»	»	beau.	
23 —	0,7090	20,00	0,1740	0,2500	0,1290	0,0170	0,0600	0,1400	»	»	»	»	»	couvert.	
24 —	0,7110	20,00	0,1700	0,2480	0,1280	0,0170	0,0580	0,1380	»	»	»	»	»	id.	
25 —	0,7110	16,00	0,1720	0,2480	0,1270	0,0170	0,0580	0,1380	»	»	»	»	»	beau	
27 —	0,7110	17,00	0,1720	0,2540	0,1310	0,0170	0,0540	0,1400	»	»	»	»	»	pluie	
28 —	0,7110	18,00	0,1740	0,2540	0,1310	0,0180	0,0530	0,1420	»	»	»	»	»	id	
30 —	0,7110	17,00	0,1740	0,2500	0,1300	0,0180	0,0500	0,1410	»	»	»	»	»	id.	
31 —	0,7110	18,00	0,1740	0,2500	0,1300	0,0180	0,0520	0,1440	»	»	»	»	»	id.	
1er août 1850.	0,7140	14,10	0,1710	0,2500	0,1300	0,1650	0,0540	»	»	»	»	»	»	id	
26 —	»	»	0,1800	0,2600	0,1290	0,0180	0,0600	0,1540	»	»	»	»	»	beau	Les sources Ferras ont augmenté de volume.
13 décembre 1850	0,7180	9,10	0,1810	0,2450	0,1320	0,0120	0,0460	0,1300	»	»	»	»	»	id	
17 —	0,7065	7,10	0,1780	0,2450	»	0,0120	»	»	»	»	»	»	»	id.	
22 —	0,7156	20,10	0,1810	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	id.	
24 —	0,7142	—3,00	0,1780	»	»	0,0090	»	0,1350	»	»	»	»	»	id.	
26 —	0,7118	+1,20	0,1770	»	0,1320	»	0,0340	»	»	»	»	»	»	id	
29 —	0,7190	—2,00	0,1779	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	id.	
4 janvier 1851	0,7100	—9,80	0,1810	0,2550	»	»	»	»	»	»	»	»	»	id	
5 —	0,7034	4,10	0,1820	0,2550	0,1440	0,0085		»	»	»	»	»	»	id	
6 —	0,6992	9,80	»	»	»	»	»	0,1380	»	»	»	»	»		
8 septembre 1852.	0,7100	18,50	0,1847	0,2560	0,1470	0,0240	0,0750	0,1280	»	»	»	»	»		
14 mai 1853.	0,7140	17,80	0,1750	0,2500	0,1500	0,0180	0,0870	0,1300	»	»	»	»	»		

Recherches sur les variations qu'a éprouvées la composition chimique des sources de Bagnères-de-Luchon, de 1849 à 1853.

DATES de EXPÉRIENCES	Hauteur du baromètre.	Température extérieure	QUANTITÉ D'IODE ABSORBÉE PAR UN LITRE D'EAU. Reine	Bayen	Grotte supérieure	Ferras n° 1	Ferras n° 2	Etigny n° 1.	Etigny n° 2	Richard supérieure.	Anciennes du Chauffoir.	Blanche.	Lachapelle.	ETAT DU CIEL.	OBSERVATIONS
1 août 1849 . . .	»	»	0,1740	0,2440	»	0,0870	0,0280	»	»	»	»	0,1000	»		
1 septembre 1849	»	»	0,1780	0,2400	»	»	0,0260	»	»	»	»	0,1030	0,1900		
2 —	0,7080	19,00	0,1650	»	0,1470	0,0800	»	»		0,1440	0,1420	»	0,1850		
6 —	»	»	0,1700	»	0,1500	»	»	»	»	0,1450	0,1460	»	»		
10 —	0,7010	17,00	0,1680	0,2300	»	»	»	»	»	»	»	»	0,1800		
12 —	0,6980	18,00	0,1700	0,2350	0,1600	»	»	0,1200	»	»	»	0,1030	»		
13 —	0,7140	15,5	0,1700	»	0,1550	»	»	»		0,1480	0,1550	»	»		
20 —	0,7120	18,00	0,1720	»	»	»	0,0260	»		»	»	0,1150	0,1830		
26 octobre 1849 . .	0,7130	20,00	0,1760	0,2440	0,1530	0,0900	0,0250	»		0,1560	0,1550	»	»		
27 —	0,7155	17,00	0,1800	0,2500	0,1640	0,0850	0,0260	»	»	0,1550	»	»	»		
5 novembre 1849. .	»	»	0,1830	0,2510	0,1800	»	»	»	»	»	»	»	»		
6 —	0,7080	14,00	0,1720	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»		
9 —	0,7180	12,00	0,1850	0,2480	0,1720	0,1300	0,0740	»		0,1660	0,1760	0,1550	0,2150		
10 —	0,7170	14,00	0,1840	0,2550	0,1800	0,1150	0,0280	»		0,1550	0,1720	0,1330	»		
17 —	0,7135	5,00	0,1900	»	0,1740	0,0830	0,0280	»	»	0,1860	0,1790	0,1040	0,2080		
7 décembre 1849 .	0,7020	9,80	0,1780	»	0,1520	»	0,0240	0,1340	»	»	»		0,2010	couvert.	
8 —	0,7040	9,10	0,1810		0,1545	»	0,0260	0,1370	»	»	»	»	0,2010	pluie.	
9 —	0,7055	10,80	0,1880	»	0,1570	»	0,0265	0,1375	»	»	»	»	0,2035	couvert.	
10 —	0,7053	6,10	0,1840	»	0,1580		0,0260	0,1370		»	»	»	0,2010	pluie et neige	
11 —	,7140	3,10	0,1885		0,1580		0,0272	0,1400		»			0,2070	couvert, givre	
12 —	0,7151	0,90	0,1830	»	0,1570	»	0,0280	0,1410		»	»	»	0,2020	beau	
13 —	0,7158	7,85	0,1872		0,1580		0,0287	0,1403	»	»	»		0,201	couvert.	
14 —	0,7165	12,10	0,1860		0,1580	»	0,0290	0,1400	»	»	»		0,2015	*id.*	
15 —	0,7173	7,65	0,1890		0,1590	»	0,0270	0,1390	»	»	»		0,2015	très-beau	
16 —	0,7161	10,50	0,1850	0,2470	0,1530	»	0,0275	0,1400	»	»	»		0,2010	beau.	
17 —	0,7156	8,00	0,1850	»	0,1530	»	0,0270	0,1380	»	»	»		0,1980	couvert.	
18 —	0,7138	3,95	0,1900		0,1550	»	0,0280	0,1390	»	»	»	»	0,1960	beau.	
19 —	0,7140	5,20	0,1910	»	0,1540	»	0,0300	0,1425	»		»		0,1960	beau.	
20 —	0,7163	3,30	0,1920	»	0,1500		0,0300	0,1400	»	»	»		0,1940	pluie fine	
21 —	0,7105	1,20	0,1920	»	0,1570		0,0290	0,1430	»	»	»	»	0,1975	beau.	
22 —	0,7102	—1,40	0,1830	»	0,1480	»	0,0270	0,1440	»	»	»		0,1960	nuages	
23 —	0,7096	—4,60	0,1890	»	0,1525	»	0,0282	0,1390	»	»		»	0,1950	couvert	
24 —	0,7096	—4,65	0,1900	»	0,1510	»	0,0320	0,1450	»	»	»	»	0,1960	beau, forte gelée.	
25 —	0,7161	—3,65	0,1900	»	0,1560	»	0,0390	0,1470	»	»	»		0,2050	couvert.	
26 —	0,7116	—5,70	0,1920	»			0,0400	»	»	»	»	»	0,2030	*id.*	
26 —	0,7105	—2,20	0,1910	»	0,1580	»	0,0295	0,1475	»	»	»	»	0,1950	*id.*	
27 —	0,7020	+ 0,75	0,1860	»	0,1560	»	0,0410	0,1430	»	»	»	»	»	*id.*	
28 —	0,6959	1,90	0,1820	»	0,1510	»	0,0530	0,1550	»	»	»	»	»	neige, dégel	
29 —	,7018	—1,70	0,1882	»	0,1550	»	0,0670	0,1719	»	»	»	»	»	neige	
30 —	0,7120	— 0,20	0,1850	»	0,1530	»	0,0670	0,1690	»	»	»	»	»	couvert.	
31 —	0,7130	—2,15	0,1830	»	0,1556		»	»	»	»	»	»	»	neige.	
1 janvier 1850	0,7143	—1,55	0,1865	»	0,1560	»	0,0630	0,1690	»	»	»	»	»	*id.*	
2 —	0,7127	—0,80	0,1825	»	0,1580	»	»	»	»	»	»	»	»	*id.*	
3 —	0,7125	+ 0,95	0,1810	»	0,1565	»	»	»	»	»			»	*id.*	
4 —	0,7115	— 1,70	0,1800		0,1566	»	»	»	»	»	»	»	»	*id.*	
5 —	,7023	2,00	0,1810		0,1520	»	»	»	»	»		»	»	neige, dégel.	
6 —	0,6910	2,55	0,1770	»	0,1510		»	»	»	»	»	»	»	*id.*	
7 —	0,7088	1,55	0,1820		0,1516		»	»	»	»	»	»	»	*id.*	
8 —	0,7091	—1,40	0,1802		0,1550		»	»	»	»	»	»	»	*id.*	On déprime fortement le sol de la galerie du
9 —	0,7100	—1,50	0,1815	»	0,1650	»	»	»	»	»	»			*id*	sud.
10 —	0,7260	—2,10	0,1870	»	0,1700		»	»	»		»	»		beau, gelée.	
11 —	0,7230	— 0,80	0,1805		0,1590		»	»	»	»	»	»	»	couvert.	
12 —	0,7012	+ 1,10	0,1845		0,1670	»	»	»	»	»	»	»	»	*id.*	
13 —	0,7018	»	0,1850	»	0,1720	0,1520	0,0960	0,1710	»	»	»	»	»	beau	
14 —	0,6893	+ 4,70	0,1765	»	0,1745	»	»	»	»	»	»		»	couvert, dégel	
15 —	0,6860	5,60	0,1783	»	0,1783	»	»	»	»	»	0,1780	»	»	*id.*	On capte la Grotte inférieure
16 —	0,6900	3,25	0,1780	»	0,1736	0,1436	»	»	»	»	»	»	»	pluie et neige.	On relève le niveau de l'eau froide.
17 —	0,7017	3,25	0,1795	»	0,1745	»	»	»	»	»		»	»	beau.	
18 —	0,7094	1,95	0,1810	»	0,1770	»	»	0,1660	»	»	»	»	»	*id.*	
19 —	0,7015	5,40	0,1830		0,1745	0,1396	0,0430	0,1600	»	»	0,1730			*id*	
20 —	0,7095	3,10	0,1845	»	0,1745	0,1417	0,0376	0,1500	»	»	»		»	couvert.	La source Lachapelle est captée définitive-
21 —	0,7117	5,10	0,1862	»	0,1717	0,1003	0,0357	0,1460	»	»	»	»	»	*id.*	ment.
22 —	0,7158	6,25	0,1890	»	0,1660	0,0981	0,0320	0,1460	»	»	»	»	»	beau.	
23 —	0,7174	2,90	0,1895	»	0,1725	0,1056	0,0357	0,1500	»	»	»	»	»	*id.*	
24 —	0,7160	4,10	0,1890	»	0,1730	0,1100	0,0375	0,1517	»	»	»	»	»	*id.*	
25 —	0,7170	4,20	0,1885	»	0,1670	0,1055	0,0367	0,1490	»	»	»	»		*id.*	On relève le niveau de la s. Lachapelle de 20c.,
26 —	0,7144	4,80	0,1866	»	0,1645	0,1100	0,0366	0,1480	»	»	»	»	»	*id.*	et on abaisse celui de la Froide de 15 mill
27 —	0,7145	3,10	0,1910	»	0,1660	0,1075	0,0330	0,1527	»	»	0,1850	»		*id.*	Le dégel commence à être abondant
28 —	0,7167	6,00	0,1950	»	0,1600	0,1136	0,0376	0,1507	»	»	»	»	»	beau.	
29 —	0,7142	»	0,1790	»	0,1540	0,1020	0,0350	0,1450	»	»	»	»	0,1460	*id.*	
30 —	0,7146	5,50	0,1840	»	0,1510	0,1080	0,0370	0,1453	»	»	»	»	0,1480	*id.*	
31 —	0,7159	5,00	0,1860	0,2510	0,1550	0,1080	0,0370	0,1470	»	»	»			très-beau.	
1 février 1850	0,7190	9,10	0,1880	0,2520	0,1580	0,1150	0,0350	0,1460	0,0450	0,1850	0,1780	0,1240	0,1700	beau.	Les eaux sont verdâtres au griffon même
2 —	0,7182	8,00	0,1870	0,2500	0,1580	0,1050	0,0355	0,1440	»	»	»	»	0,1650	beau, dégel.	
3 —	0,7157	6,40	0,1860	0,2570	0,1580	0,1025	0,0345	0,1400	»	»	»	»	0,1760	couvert, dégel.	Le niveau de la source Lachapelle est relevé.
4 —	0,7156	8,00	0,1840	0,2530	0,1540	0,1025	0,0340	0,1350	»	»	»	»	0,1790	neige, dégel.	
5 —	0,7101	7,50	0,1820	0,2490	0,1450	0,1020	0,0340	0,1310	»	»	»	»	0,1790	beau	
6 —	0,7045	7,75	0,1810	0,2570	»	0,1020	0,0340	0,1310	»	»	»	»	0,1800	très-grand dégel.	Le courrier n'arrive pas, la route ayant été
7 —	0,7080	8,00	»	0,2560	»	0,1000	0,0330	0,1280	»	»	»	»	0,1790	beau.	dégradée par les eaux.
8 —	0,7130	10,00	»	»	»	0,1000	0,0340	0,1310	»	»	»	»	0,1820	*id.*	
9 —	0,7120	9,00	»	»	»	0,0990	0,0330	0,1200	»	»	»	»	0,1780	*id.*	
10 —	0,7165	8,10	»	0,256	»	0,0760	0,0300	0,1060	»	»	»	0,1100	0,1720	*id.*	
11 —	0,7137	7,00	»	0,258	»	0,0880	0,0250	0,0950	0,0330	»	»	0,1150	0,1650	*id.*	
12 —	»	7,00	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	pluie et neige.	
13 —	0,7102	2,10	0,1810	0,2560	0,1000	0,0810	»	0,0770	0,0280	»	»	0,1100	0,1500	beau.	
14 —	0,7200	3,50	0,1850	0,2500	0,1050	»		0,0700	0,0250	»		0,1050	0,1500	*id.*	
15 —	0,7190	9,00	0,1870	0,2590	0,0980	»		0,0670	0,0250	»	»	0,1040	0,1260	*id.*	
16 —	»	»	»	0,2600	»	»		»	»	»	»	»	»	*id.*	
17 —	»	»	»		»	»	»	»	»	»	»	»	»	*id*	
18 —	»	»	»	0,2620	»	»	»	»	»	»	»	»	»	*id.*	
19 —	»	»	»	0,2530	»	»		»	»	»	»	»	»	*id.*	
20 —		»	»	»	»	»		»	»		»			*id.*	
21 —		»	»		»	»		»	»	»	»	»	»	beau.	Les sources Ferras n° 1 et n° 2, et la source
22 —	0,7200	10,00	0,1760	0,2520	0,0809	0,0530	0,0200	»	»	»	»	»		*id.*	Etigny, sont évidemment mélangées d'eau
23 —	0,7166	10,00	0,1700	0,2590	0,0883	»	»	»	»		»	»		*id.*	froide.
24 —	0,7121	10,00	0,1700	0,2520	0,0860	»	0,0180	»	»	»	»			nuages	
25 —	0,7155	8,00	0,1700	0,2560	0,0910		0,0200	0,0670	»	»				beau.	
26 —	0,7160	7,00	0,1680	0,2540	0,0870		0,0200	0,0630	»		»			nuages.	
27 —	0,7130	10,00	0,1700	0,2600	0,0820	0,0560	0,0220	0,0580	»	»				pluie.	
28 —	0,7110	10,50	0,1700	0,2500	0,0830	0,0550	0,0200	0,0680	»	»	»			*id.*	
1er mars 1850	0,7140	8,50	0,1700	0,2500	0,0870	0,0580	0,0200	0,0720	»	»		»	»	*id.*	
2 —	0,7163	8,50	0,1700	0,2490	0,0880	0,0480	0,0220	0,0730	»	»		»	»	*id*	
3 —	0,7063	8,00	0,1720	0,2550	0,0940	0,0630	0,0240	0,0760	»		»	»		*id.*	
4 —	0,7090	11,00	0,1640	0,2480	0,0900	0,0600	0,0180	0,0740	»	»	»	»		*id.*	
5 —	0,7158	9,50	0,1500	0,2450	0,0920	0,0620	0,0200	0,0780	»	»	»			*id.*	
6 —	0,7180	10,40	0,1700	0,2470	0,0920	0,0590	0,0240	0,0800	»	»		»	»	*id.*	
7 —	0,7156	11,50	0,1680	0,2480	0,0920	0,0630	0,0210	0,0820	»	»		»	»	couvert.	
8 —	0,7150	11,00	0,1650	0,2470	0,0970	0,0550	0,0210	0,0850	»	»		»	»	*id.*	
9 —	0,7100	13,50	0,1680	0,2480	0,0930	0,0570	0,0240	0,0860		»	»	»	»	pluie le soir.	
10 —	0,7096	14,50	0,1720	0,2470	0,0940	0,0650	0,0210	0,0850	»	»		»	»	beau.	
11 —	0,7146	13,00	0,1670	0,2490	0,0850	0,0660	0,0240	0,0830	»	»		»	»	*id.*	
12 —	0,7128	11,50	0,1680	0,2510	0,0940	0,0670	0,0215	0,0880	»	»	»	»	»	*id.*	
13 —	0,7149	11,00	0,1680	0,2540	0,0980	0,0680	0,0220	0,0880	»	»		»	»	*id.*	
14 —	0,7137	12,30	0,1700	0,2550	0,1020	0,0650	0,0240	0,0875	»	»	»	»	»	*id.*	
15 —	0,7096	10,75	0,1700	0,2540	0,0980	0,0650	0,0240	0,0865	»	»		»	»	*id.*	

quitter Luchon, de continuer ces essais et de m'en transmettre les résultats. Le tableau ci-contre a été composé en partie avec mes observations, en partie avec celles de M. François (1).

On peut déduire, de l'inspection de ce tableau, les résultats suivants :

1° Le degré sulfhydrométrique de chaque source n'est pas constant; l'étendue des oscillations que présente la richesse de l'eau varie avec chaque source; elle est considérable pour quelques-unes d'entre elles (2);

2° Les variations accusées par le sulfhydromètre semblent se lier, en général, d'une manière assez nette à celles du baromètre, de telle sorte que la richesse des sources croît quand le baromètre monte régulièrement pendant plusieurs jours, et décroît quand il descend;

3° La sulfuration des sources paraît varier avec les saisons, et les sources semblent être plus sulfureuses dans les temps froids que dans les temps chauds ;

(1) J'ai substitué à la liqueur de Dupasquier une solution aqueuse préparée comme il suit : iode pur et fondu, 10 gr.; iodure de potassium bien neutre, 12 gr. 5; eau distillée, q. s. pour un litre. Cette liqueur est moins altérable que la solution alcoolique, et, en outre, son coefficient moyen de dilatation entre 0 et 80° étant trente-deux fois moindre, elle donne des résultats plus certains.

(2) L'élément sulfureux n'est pas le seul variable; des essais faits avec une solution titrée d'azotate d'argent prouvent que la quantité des chlorures varie aussi et dans le même sens.

4° La richesse de certaines sources éprouve des changements notables à l'époque des grandes fontes de neige, ou lorsque le niveau de l'eau froide est plus élevé que de coutume.

La source de la Reine, examinée sept fois en septembre 1849, a absorbé comme

	gr.
Maximum. . .	0,1780 d'iode;
Minimum. . .	0,1650;
Moyenne. . .	0,1718.

La même source, examinée deux fois en octobre, a donné :

Maximum. . .	0,1800;
Minimum. . .	0,1760;
Moyenne. . .	0,1780.

Examinée cinq fois en novembre, elle a donné :

Maximum. . .	0,1900;
Minimum. . .	0,1720;
Moyenne. . .	0,1828.

Examinée vingt-six fois en décembre, elle a donné :

Maximum. . .	0,1920;
Minimum. . .	0,1780;
Moyenne. . .	0,1865.

Examinée trente et une fois en janvier 1850, elle a donné :

Maximum. . .	0,1950;
Minimum. . .	0,1765;
Moyenne. . .	0,1835.

Examinée vingt-trois fois en février 1850 :

Maximum. . . 0,1850;
Minimum. . . 0,1680;
Moyenne. . . 0,1821.

Examinée trente-deux fois en mars 1850 :

Maximum. . . 0,1740;
Minimum. . . 0,1600;
Moyenne. . . 0,1708.

Examinée trente fois en avril 1850 :

Maximum. . . 0,1780;
Minimum. . . 0,1680;
Moyenne. . . 0,1725.

Examinée quinze fois en mai 1850 :

Maximum. . . 0,1810;
Minimum. . . 0,1740;
Moyenne. . . 0,1788.

Les résultats obtenus sur les autres sources sont analogues à ceux que je viens de rapporter ; l'abaissement considérable de titre qu'ont subi quelques-unes d'entre elles, pendant le mois de février 1850, se lie à une fonte de neige très-considérable dont j'ai parlé plus haut. L'abondance des eaux froides et l'élévation de leur niveau dans les galeries des eaux minérales ont amené des résultats de trois ordres :

1° Augmentation considérable du volume de l'eau minérale, abaissement simultané de la température et du degré sulfhydrométrique (exemple : sources d'Etigny);

2° Augmentation considérable du volume de l'eau minérale, très-léger abaissement de température, très-grand abaissement du degré sulfhydrométrique (Grotte supérieure);

3° Augmentation considérable du volume de l'eau minérale, sans que celle-ci ait sensiblement perdu en température ou en sulfuration (source Blanche).

Dans le premier cas, l'eau froide s'est évidemment mêlée à l'eau minérale.

Dans le deuxième, il semble que de l'eau chaude non minérale est venue s'ajouter à l'eau sulfureuse.

Dans le troisième, l'eau froide semble ramener de l'eau minérale qui se perdait en temps ordinaire.

Ce qu'il y a de remarquable dans tous les cas, c'est qu'un abaissement énorme dans le titre sulfhydrométrique correspond à une perte de chaleur peu considérable. Ainsi, la Grotte supérieure, dont le degré sulfhydrométrique était, le 10 novembre 1849, de 0,1800, et la température de 58,80, marquait, le 15 février 1850, 0,0980 et 57,90. Ainsi, un abaissement de température de 0° 9 correspondait à une perte sulfhydrométrique de 45 p. %.

De même, une élévation de température très-légère est souvent suivie d'une augmentation notable dans la richesse en élément sulfureux; ainsi :

La source de la Reine qui marquait, le 25 décembre 1849, 0,1900 et 58,10, marquait, le 4 septem-

bre, 0,1650 et 57,80. L'abaissement de température ne correspond pas toujours à un abaissement de titre; l'élévation de température se lie toujours à une plus grande richesse en principe sulfureux.

Existe-t-il un rapport quelconque entre la température et la sulfuration des eaux de Luchon ?

Cette question sera facilement résolue pour Luchon par la simple inspection des tableaux qui précèdent; on y verra, en effet, que la source de l'Enceinte, qui est toujours moins chaude que la Grotte supérieure, est plus sulfureuse qu'elle; de même, la source du Pré n° 1 et la source Bordeu n° 1 sont moins chaudes et plus sulfureuses que la Reine. En jetant un coup-d'œil sur les résultats relatifs aux autres sources, on se convaincra facilement qu'il n'existe aucun rapport entre leur température et leur sulfuration (1).

Analyse quantitative.

J'ai suivi, pour doser chacun des éléments des eaux que j'analysais, une marche qui diffère peu de celle qui est indiquée dans les traités de MM. H. Rose, Frésenius et Sacc, Sobrero et Barreswil; je me suis pourtant quelquefois écarté de cette mar-

(1) MM. Boullay et Henry ont été les premiers à prouver que cette loi n'existait pas.

che, pour des raisons que j'aurai soin de faire connaître à mesure que l'occasion s'en présentera.

Je ne décrirai le mode opératoire que dans les cas où il ne sera pas conforme à celui qu'on suit habituellement; quant aux procédés connus, je me contenterai de les signaler.

J'ai eu soin de faire porter l'analyse de chaque source sur de l'eau recueillie en une seule fois; on conçoit, en effet, que les sources éprouvant des changements dans leur composition, il eût été peu rationnel de doser certains éléments sur l'eau recueillie en hiver, et d'autres sur de l'eau prise en été.

Chaque analyse a été répétée au moins trois fois, et l'eau a été examinée dans les saisons où se produisent les plus grandes variations, ce qui m'a permis d'établir de nouveau que leur plus grande richesse a lieu en hiver, et leur moindre richesse au printemps; la composition moyenne est donnée par l'eau prise dans la saison des bains :

1° Dosage du soufre.

J'ai suivi pour doser le soufre trois procédés différents :

1° L'essai sulfhydrométrique fait auprès de la source ;

2° La détermination sous la forme de sulfure d'argent;

3° La transformation du sulfure de sodium en sulfate de soude et le dosage sous la forme de sulfate de baryte.

Ces trois procédés donnent des résultats très-

exacts et parfaitement concordants, lorsque l'analyse porte sur des eaux qui n'ont pas été altérées par l'air ; tous seraient en défaut si l'eau à examiner contenait un polysulfure ; ce n'est donc que dans le cas où l'eau que l'on veut analyser a été prise à son griffon et examinée sur le champ qu'ils fournissent des résultats dignes de confiance.

L'essai sulfhydrométrique peut donner des résultats erronés :

1° Si l'eau contient un polysulfure ; aussi les essais qui ne sont pas faits au griffon même, ne méritent-ils aucune confiance. On sait, en effet, que lorsque l'air agit sur les eaux sulfureuses, il se produit en peu de temps un polysulfure. Or, dans le cas le moins défavorable (celui où on aurait un bisulfure) l'erreur sur le soufre pourrait s'élever à 50 p. %. En effet :

$$S^2Na + I = INa + S^2.$$

Un équivalent d'iode déplace deux équivalents de soufre et on n'en comptera qu'un. Cette objection à l'emploi sulfhydromètre n'avait pas été, que je sache, produite jusqu'à ce jour ; je crois qu'elle mérite d'être sérieusement prise en considération ;

2° Si l'eau renferme, à côté du monosulfure, des sels à réaction alcaline (carbonate ou silicate de soude) ; en effet, ces sels absorbent, pour leur compte, une quantité d'iode beaucoup plus forte que s'ils étaient seuls, et conduisent à un dosage inexact ;

les essais que j'ai rapportés plus haut en ont fourni la preuve.

Le dosage du soufre, sous la forme de sulfate de baryte, peut s'effectuer de la manière suivante :

Dix litres d'eau sont désulfurées par l'azotate d'argent; le sulfure d'argent, étant recueilli sur un filtre, on acidule fortement la liqueur par l'acide azotique pur et on dose les sulfates dans ce liquide. Ce premier dosage fait connaître la quantité des sulfates qui préexistaient dans l'eau; il ne complique en rien l'analyse, puisqu'il eût fallu le faire quand même on aurait employé un autre procédé pour doser le soufre.

On prend ensuite 10 litres d'eau qu'on agite pendant deux ou trois minutes avec du sulfate de plomb en excès; l'eau perd promptement son odeur et sa saveur, et elle est si bien désulfurée, que si l'on en filtre un peu et qu'on y verse de l'azotate d'argent, ce réactif y produit un précipité blanc.

La réaction qui se produit est la suivante .

$$SNa + So^3Pbo = So^3NaO + SPb.$$

Le sulfure de sodium a donc été transformé en une quantité équivalente de sulfate de soude, et l'eau, ainsi désulfurée, peut être concentrée sans que le contact de l'air lui fasse subir la moindre altération; on peut la transporter au loin, ne terminer l'analyse que longtemps après, et l'on n'en obtient pas moins un résultat tout aussi exact que si l'on opérait sur de l'eau qui vient d'être puisée à la source.

Je suis convaincu que l'on ne peut pas faire en peu de temps une analyse exacte d'une eau sulfureuse sans avoir recours à cette désulfuration préalable; il ne faut pas perdre de vue que les eaux de ce genre contiennent du carbonate, du silicate, de l'hyposulfite et du sulfate de soude, et que l'évaporation au contact de l'air ayant pour résultat de produire une nouvelle quantité de ces sels, le chimiste ne peut plus distinguer le sulfate, le carbonate ou le silicate de soude préexistants de ceux qui se sont produits pendant l'évaporation. Inutile de dire que le dosage des sulfates dans l'eau désulfurée se fait par la méthode ordinaire, et qu'il faut déduire du poids du sulfate de baryte obtenu dans la deuxième opération celui du sulfate recueilli dans la première : la différence donne le poids du sulfate de baryte correspondant au sulfure de sodium.

Cette méthode est en défaut comme la précédente, quand l'eau contient un polysulfure.

Le dosage par l'azotate d'argent est aussi en défaut dans ce dernier cas. Mes analyses ayant porté sur des eaux prises au sortir de la roche, et contenant un monosulfure, les trois procédés pouvaient donner de bons résultats.

J'ai fait connaître, dans la première partie de ce travail, la richesse en soufre, d'après le sulfhydromètre; les nombres que j'ai obtenus par les deux autres méthodes diffèrent trop peu des premiers pour que j'aie cru devoir les rapporter. Je m'en tiendrai donc aux premiers qui ont été obtenus

dans des essais nombreux, faits avec soin. Les acides sulfureux et hyposulfureux n'ont pas pu être dosés dans l'eau, ils n'y existent qu'en faible proportion.

Le dosage de l'acide sulfurique a été fait comme je l'ai dit plus haut, mais avec quelques précautions que je crois devoir signaler. Pour doser cet acide, j'ai désulfuré l'eau par de l'azotate d'argent ; j'ai séparé l'excès d'azotate d'argent par de l'acide chlorhydrique pur ; j'ai fait évaporer à siccité la liqueur acide, et j'ai repris le résidu sec par de l'eau distillée. C'est dans cette solution que je cherchais l'acide sulfurique ; l'évaporation à siccité avait pour but de décomposer les silicates et d'éviter le mélange du silicate de baryte qui aurait pu se précipiter avec le sulfate.

Le chlore a été dosé dans de l'eau désulfurée par le sulfate de plomb ; j'ai employé pour ce dosage la méthode des volumes ; chaque centimètre cube de ma liqueur d'essai représentait 0 gr. 0033 de chlore.

Je n'ai pas pu doser l'iode.

Il ne m'a pas été possible de constater d'une manière sûre la présence du brome.

L'acide silicique a été dosé en faisant évaporer de l'eau fortement acidulée par l'acide chlorhydrique pur, chauffant le résidu sec pour rendre la silice insoluble et le reprenant par de l'eau acidulée, la silice ainsi obtenue était convenablement lavée, puis chauffée au rouge avant d'être pesée.

J'ai recherché l'acide carbonique, tantôt sur l'eau

venant d'être recueillie à la source et n'ayant subi aucune concentration, tantôt sur des résidus provenant de l'évaporation de l'eau désulfurée par le sulfate de plomb; l'une et l'autre méthode en ont fourni si peu avec l'eau de Luchon, que le dosage en eût été incertain (les eaux de Labassère et de Bonnes en fournissent au contraire une quantité suffisante pour que le dosage soit possible).

Toutes les eaux sulfureuses qu'on fait évaporer à l'air, sans désulfuration préalable, ou celles qu'on prend au sortir des réservoirs fournissent un résidu riche en carbonate de soude; mais il est facile de s'assurer que ce carbonate ne préexistait pas et qu'il a été produit, au moins en partie, par l'action de l'air sur le sulfure.

J'ai dit plus haut comment j'avais constaté l'existence des phosphates ; je n'ai pas pu en déterminer la quantité.

La soude a été dosée sous la forme de chlorure de sodium ; l'eau minérale, désulfurée, était mêlée avec un excès d'eau de baryte, puis filtrée; on lavait le précipité à l'eau distillée, et les eaux de lavage étaient réunies à la liqueur; on précipitait l'excès de baryte contenu dans cette dernière au moyen du carbonate d'ammoniaque; on filtrait de nouveau, on lavait avec soin le carbonate de baryte; le liquide filtré étant acidulé par de l'acide chlorhydrique pur, puis évaporé à siccité, le résidu, chauffé au rouge, fournissait un mélange de chlorures de potassium et de sodium dont on

prenait le poids; on séparait ensuite le chlorure de potassium à l'acide du chlorure de platine, ce qui fournissait, en même temps, le dosage de la potasse et celui de la soude.

La chaux a été dosée par l'oxalate d'ammoniaque;

La magnésie, par le phosphate d'ammoniaque;

L'alumine a été séparée par la potasse pure des oxydes de fer et de manganèse; ces derniers ont été séparés à l'aide du succinate d'ammoniaque.

Le cuivre a été recherché à plusieurs reprises; mes derniers essais ont porté sur de l'eau prise au griffon : cette eau était acidulée par de l'eau régale bien pure et évaporée à siccité à une douce chaleur; le résidu, repris par l'eau distillée *bien pure* et clarifié *par décantation*, était traité par de l'acide sulfhydrique; le précipité qui s'y formait à la longue était séparé par décantation, redissous par un peu d'acide azotique pur et évaporé à siccité. Le résidu de cette opération, repris par quelques gouttes d'eau distillée, fournissait toutes les réactions du cuivre.

Ces essais méritent d'autant plus de confiance que les eaux sur lesquelles ils ont porté ont été prises au sortir de la roche, qu'elles n'ont été en contact avec aucun vase métallique, qu'elles n'ont été soumises à aucune filtration, et que les acides dont je me suis servi avaient été essayés avec soin.

Je n'ai pas pu reconnaître avec certitude la présence de la lithine ni celle de l'arsenic.

M. H. Rose ayant découvert dans ces derniers temps que certaines eaux minérales contiennent un

peu d'acide borique, j'ai dû rechercher cet élément dans les eaux sulfureuses des Pyrénées, et je l'y ai découvert sans peine. Le procédé de M. Rose, qui est celui que j'ai suivi, consiste à réduire l'eau par évaporation, à un très-petit volume, aciduler le résidu par de l'acide chlorhydrique pur et y plonger un papier de curama qui prend une teinte rouge si l'eau contient de l'acide borique. En même temps que je m'occupais de ces recherches, M. Bouis découvrait de son côté l'existence de l'acide borique dans les eaux sulfureuses des Pyrénées-Orientales. Je n'ai pas pu déterminer exactement la quantité de cet acide renfermée dans les eaux que j'ai examinées.

Je vais citer, comme exemple, les résultats fournis par l'eau de la source la Reine; je me contenterai de placer les autres analyses dans un seul tableau.

Les équivalents chimiques, adoptés dans ce Mémoire, sont les suivants :

Iode..	1585,57	
Soufre.	200,00	
Chlore.	443,20	
Barium.	854,85	
Calcium..	250,00	
Magnésium. . . .	157,75	
Fer.	350,00	
Carbone..	75,00	
Hydrogène. . . .	12,50	
Potassium. . . .	488,94	
Silicium..	266,00	Acide silicique + SIO^3
Sodium..	287,17	

Source de la Reine.

(Résultat brut.)

	Juillet 1849.	Janv. 1850.	Déc. 1850.
Soufre.	0,0228	0,0247	0,0233
Chlore.	0,0379	0,0409	0,0396
Iode.	traces	*id.*	*id.*
Acide silicique.	0,0490	0,0610	0,0552
— sulfurique.	0,0329	0,0356	0,0333
Potasse.	0,0050	0,0047	0,0047
Soude.	0,0870	0,0891	0,0850
Chaux.	0,0167	0,0179	0,0178
Magnésie.	0,0015	0,0026	0,0020
Alumine.	0,0070	0,0075	0,0072
Oxyde de fer.	0,0017	0,0024	0,0024
— de manganèse. .	0,0025	0,0029	0,0032
— de cuivre. . . .	traces	*id.*	*id.*
Hyposulfite de soude. Sulfite de soude. . . Phosphates. . . . . Acide carbonique. . . — borique.	traces	*id.*	*id.*
Matière organique. . .	non-dosée	*id.*	*id.*
	2,640	0,2893	0,2737

Je vais discuter l'analyse n° 1 ; je supprimerai les détails pour les deux autres.

Tout porte à penser que le fer, le manganèse et le cuivre existent dans l'eau minérale à l'état de sulfures; or, 0,0017 de sesqui-oxyde de fer corres-

pondent à 0,0019 de sulfure de fer contenant 0,0006 de soufre, 0,0025 d'oxyde de manganèse (Mn^3O^4) correspondent à 0,0028 de sulfure de manganèse contenant 0,0010 de soufre.

Il reste 0 gr. 0212 de soufre, qui forment, avec 0 gr. 0304 de sodium, 0 gr. 0516 de sulfure de sodium.

0 gr. 0304 de sodium, équivalant à 0 gr. 0410 de soude, il reste 0 gr. 0460 de cette base.

0 gr. 0379 de chlore forment, avec 0 gr. 0245 de sodium, 0 gr. 0624 de chlorure de sodium, représentant 0 gr. 0330 de soude; il reste 0 gr. 0080 de cette base.

Les 0 gr. 0401 d'acide sulfurique peuvent être distribués comme il suit :

1° 0 gr. 0103 d'acide sulfurique et 0 gr. 0080 de soude forment 0 gr. 0183 de sulfate de soude.

2° 0 gr. 0042 d'acide sulfurique et 0 gr. 0050 de potasse forment 0 gr. 0092 de sulfate de potasse.

3° 0 gr. 0184 d'acide sulfurique et 0 gr. 0128 de chaux forment 0 gr. 0312 de sulfate de chaux.

Il reste 0 gr. 0039 de chaux, qui forment, avec 0 gr. 0062 de silice, 0 gr. 0102 de silicate de chaux.

Les 0 gr. 0015 de magnésie forment, avec 0 gr. 0033 de silice, 0 gr. 0048 de silicate de magnésie.

0 gr. 0070 d'alumine et 0 gr. 0185 de silice forment 0 gr. 0255 de silicate d'alumine.

Il reste un excès de silice = 0 gr. 0209.

Le mode de combinaison que je viens de propo-

ser pourrait, sans inconvénient, être remplacé par un autre; rien n'empêche, en effet, de faire avec la potasse du chlorure de potassium au lieu de sulfate de potasse; on aurait alors un peu plus de sulfate de soude et un peu moins de chlorure de sodium.

On pourrait aussi, au lieu de sulfate de soude et de silicate de chaux, admettre du sulfate de chaux et du silicate de soude; mais il faudrait alors ne tenir aucun compte ni des lois de Bertholet ni des expériences que j'ai citées et qui prouvent que ces eaux ne renferment que des traces de silicate alcalin. On pourrait supposer aussi que l'eau ne contient pas un excès d'acide silicique, mais bien une quantité correspondante d'acide sulfhydrique, ce qui serait favorable à la théorie de M. Fontan; mais alors il faudrait admettre que l'eau renferme une forte proportion de silicate de soude, et j'ai montré plus haut que c'était peu probable; il faudrait admettre en outre que le sulfhydrate de sulfure peut exister en dissolution dans l'eau, à la température de 58°, et même qu'il n'est décomposé à l'ébullition qu'avec une lenteur extrême; il faudrait oublier que lorsque l'eau blanchit au contact de l'air le dépôt contient de l'acide silicique libre, et que cet acide se dépose au moment où la destruction du sulfure de sodium par l'oxygène de l'air produit de la soude avec laquelle il devrait s'unir; il faudrait ne tenir aucun compte de l'absence des sulfates dans les eaux les plus sulfureuses, et renoncer à l'explication si simple, qui en découle, pour la production du sul-

fure de sodium, et, quand on aurait fait toutes ces concessions, on trouverait que l'acide sulfhydrique en excès ne suffit pas pour former un sulfhydrate, et il faudrait considérer toutes les analyses comme entachées d'erreurs considérables qui auraient eu pour résultat de diminuer le chiffre de la silice et d'élever celui de la soude, tandis que l'examen des procédés analytiques prouve que l'inverse a dû se produire.

Nous avons vu plus haut qu'il est des sources sulfureuses (celles de Labassère et de Baréges) dans lesquelles l'analyse n'indique aucun excès d'acide silicique, et qui, par conséquent, ne peuvent pas être considérées comme renfermant un sulfhydrate. D'un autre côté, les analyses récentes que M. Bouis a exécutées sur les eaux d'Olette ont fourni à ce chimiste des résultats tels qu'il est impossible, même en admettant que les eaux contiennent un sulfhydrate de sulfure, de ne pas reconnaître qu'elles renferment de la silice, soit libre, soit faisant partie des silicates acides. D'ailleurs, il ne faut pas perdre de vue que ces faits ne sont pas exceptionnels, et que l'existence de l'acide silicique libre ou des sursilicates a été constatée une multitude de fois dans des eaux de nature variée, par les chimistes les plus distingués.

Je ferai observer enfin que la nature des roches que traversent les eaux sulfureuses des Pyrénées explique très-bien la présence de cet acide dans ces dernières.

Je propose donc de représenter comme il suit la composition de l'eau de la Reine :

	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Sulfure de sodium. . . .	0,0516	0,0550	0,0499
— de fer.	0,0019	0,0026	0,0026
— de manganèse. .	0,0028	0,0033	0,0034
— de cuivre. . . .	traces	*id.*	*id.*
Chlorure de sodium. . .	0,0624	0,0674	0,0653
Iodure de sodium. . . .	traces	*id.*	*id.*
Sulfate de chaux.	0,0312	0,0323	0,0285
— de potasse. . . .	0,0092	0,0087	0,0086
— de soude.	0,0311	0,0222	0,0224
Silicate d'alumine. . . .	0,0255	0,0274	0,0238
— de chaux. . . .	0,0102	0,0118	0,0157
— de magnésie. . .	0,0048	0,0083	0,0064
Hyposulfite et sulfite de soude. . . . . Phosphates.. . . . . Carbonate de soude. . Borate de soude. . . .	traces	*id.*	*id.*
Silice en excès.	0,0209	0,0279	0,0219
Matière organique. . . .	non-dosée	*id.*	*id.*
	0,2526	0,2670	0,2545

Comme on le voit, les principales différences portent sur la quantité de sulfure de sodium et sur celle du sulfate et du silicate de soude. J'ai pris pour les autres sources la moyenne des résultats fournis dans les trois analyses ; c'est cette moyenne que je vais représenter dans le tableau suivant.

Tableau indiquant la composition chimique des principales sources de Bagnères-de-Luchon (1).

NOMS DES SOURCES.	Sulfure de Sodium.	Sulfure de Fer.	Sulfure de Manganèse.	Chlorure de Sodium.	Sulfate de Potasse.	Sulfate de Soude.	Sulfate de Chaux.	Silicate de Soude.	Silicate de Chaux.	Silicate de Magnésie.	Silicate d'Alumine.	Carbonate de Soude.	Silice libre.	Alumine.	Magnésie.	Matière organique.	TOTAL (2).
	gr.																gr.
Reine.	0,0508	0,0022	0,0028	0,0624	0,0092	0,0312	0,0312	traces.	0,0102	0,0048	0,0255	traces.	0,0209	»	»	»	0,2511
Bayen.	0,0777	traces.	traces.	0,0829	traces.	traces.	traces.	*id.*	0,0220	traces	traces	*id.*	0.0444	»	»	»	0,2270
Azémar.	0,0480	0,0022	0,0024	0,0620	0,0072	0,0465	0,0178	0.0058	0,0432	0,0147	0,0237	*id.*	0,0076	»	»	»	0,2811
Richard sup. . . .	0,0595	0,0028	0,0018	0,0659	0,0088	0,0101	0.0400	traces.	»	traces.	0,0292	*id.*	0,0328	»	»	»	0,2557
Grotte supérieure	0,0314	0,0027	0,0013	0,0723	0,0059	0,0682	»	0,0094	0,0376	0,0057	0,0109	*id.*	0,0103	»	»	»	0,2559
Blanche.	0,0338	0,0011	traces.	0,0500	0.0038	0.0610	traces.	traces.	0,0759	0,0067	0,0101	*id.*	0,0105	»	»	»	0,2529
Ferras sup. n° 2.	0.0053	0,0009	*id.*	0,0160	0,0109	0,0580	0.0212	*id.*	0,0506	traces.	traces	*id.*	0,0397	0,0022	0,0059	n'a pas été dosée.	0,2002
Bordeu n° 1. . . .	0.0690	0.0003	*id.*	0,0858	traces	traces.	traces.	0,0233	0,0162	0,0025	0,0073	*id.*	0,0262	»	»		0,2306
Grotte inférieure.	0,0589	000 21	*id.*	0,0736	0,0113	0,0265	0,0200	traces.	traces.	traces.	0,0141	*id*	0,0499	»	»		0,2564

(1) Plusieurs autres sources nouvellement découvertes n'ont pas été encore définitivement analysées.

(2) Il y a, en outre, dans chacune de ces sources des traces de sulfure de cuivre, d'iodure de sodium, d'hyposulfite de soude, de phosphates et d'acide sulfhydrique.

ANALYSE QUANTITATIVE DE L'EAU PRISE SUR LES LIEUX D'EMPLOI.

J'ai fait connaître, dans l'article précédent, les résultats de l'analyse de l'eau des principales sources de Bagnères-de-Luchon, prise à son point d'émergence ; je vais m'occuper actuellement de la composition de l'eau minérale, prise sur les lieux d'emploi (buvettes, douches, baignoires, etc.).

Ce que j'ai exposé plus haut, relativement à l'altération qu'éprouvent les eaux sulfureuses lorsqu'elles subissent le contact de l'air, suffit pour faire prévoir qu'elles doivent rarement parvenir sur les lieux d'emploi sans avoir subi des modifications plus ou moins profondes, qui ont dû très-probablement leur communiquer des propriétés différentes de celles que possédait l'eau minérale à son griffon.

Il importe de préciser la nature et le degré de ces altérations ; car, si l'on veut se rendre un compte exact de la manière dont les eaux sulfureuses agissent sur les malades, des causes qui font que les eaux de telle localité conviennent mieux que celles de telle autre au traitement de certaines affections, ou que, dans la même localité, certaines sources agissent autrement que d'autres, qui, prises à leur griffon, possèdent une composition chimique sensiblement égale, on n'y parviendra qu'à la condition de connaître d'une manière parfaite les différences, souvent notables, que ces sources présentent

quand elles sont parvenues dans les lieux où le malade doit utiliser leurs propriétés.

Dans le courant de l'année 1852, j'ai consacré un temps fort considérable à l'examen de l'eau prise aux buvettes, au robinet des douches, dans les baignoires, dans les piscines, etc. J'ai examiné un à un les mélanges que l'on prescrit habituellement aux malades; j'ai étudié avec soin l'altération qu'éprouve l'eau minérale pendant les divers trajets qu'on est forcé de lui faire subir; j'ai suivi aussi avec intérêt les altérations qu'elle éprouve dans la baignoire pendant la durée du bain, et j'ai pu observer des faits qui me paraissent mériter d'attirer très-sérieusement l'attention des praticiens.

Le dosage du soufre contenu dans l'eau des diverses sources de Bagnères-de-Luchon, prise sur les lieux d'emploi, a été exécuté à l'aide de la méthode suivante : J'ai versé dans 10 litres de chacune des eaux que je voulais analyser un excès d'acétate de zinc très-pur; j'ai recueilli avec soin le précipité de sulfure de zinc sur un filtre, et je l'ai lavé avec de l'eau bien privée d'air. Le filtre encore humide a été introduit ensuite dans un matras contenant de l'eau régale pure, et j'ai maintenu le tout en ébullition pendant plusieurs heures pour transformer le sulfure de zinc en sulfate. Lorsque l'opération avait été assez longtemps continuée pour que je pusse considérer comme certain que tout le sulfure avait été complètement oxydé, j'étendais la liqueur avec de l'eau distillée, je la filtrais et j'avais

soin de laver le filtre jusqu'à ce que l'eau de lavage ne fût plus troublée par son mélange avec une solution de chlorure de barium.

La quantité d'acide sulfurique contenue dans la liqueur filtrée était ensuite déterminée à la manière ordinaire et faisait connaître la proportion de soufre que renfermait l'eau sulfureuse. Il est aisé de comprendre qu'en opérant ainsi on dose exactement le soufre contenu dans le sulfure alcalin, quand même celui-ci est un polysulfure et qu'on ne touche ni aux hyposulfites ni aux sulfates que l'eau peut renfermer.

J'ai dû choisir un sel de zinc pour décomposer le sulfure de sodium, parce que les sels solubles d'argent, mis en présence des hyposulfites alcalins, donnent un précipité de sulfure d'argent qui, s'ajoutant à celui qui provient de la décomposition du sulfure alcalin, devient une cause d'erreur. Les sels de plomb donnent un précipité qui contient le soufre des sulfures et des sulfates; quant aux sels de cuivre, ils fournissent un sulfure tellement altérable, qu'on ne peut pas le laver au contact de l'air sans éprouver une perte sensible. Le sulfite et l'hyposulfite de zinc étant solubles dans l'eau, et le sulfure de zinc pouvant être lavé sans éprouver une perte appréciable, j'avais l'avantage de ne précipiter que le soufre du sulfure, et de laisser en dissolution celui qui existe dans l'eau sous un autre état.

Mais le poids du sulfate de baryte obtenu par cette méthode ne nous ferait connaître exactement celui

du sulfure alcalin que renferme l'eau qu'autant que ce dernier s'y trouverait à l'état de monosulfure; ce qui n'arrive presque jamais sur les lieux d'emploi. Il faut donc, pour compléter l'analyse, rechercher quelle est la quantité de sodium qui était combinée avec le soufre dont l'essai précédent a fait connaître la proportion. Pour cela, j'ai eu recours à des essais sulfhydrométriques, combinés de manière à isoler, par une série d'opérations convenables, la portion d'iode qui est absorbée par le sulfure de sodium de celle qui a été employée à décomposer l'hyposulfite, le carbonate ou le silicate de soude. Ma méthode consiste à faire:

1° Un essai sulfhydrométrique à la manière ordinaire;

2° Un essai sur de l'eau mêlée avec un excès de chlorure de barium pour éliminer l'erreur introduite dans le premier essai par le carbonate ou le silicate alcalin;

3° Un essai sur de l'eau désulfurée par l'acétate de zinc et filtrée. L'eau, ainsi préparée, ne contient plus ni sulfure de sodium, ni carbonate, ni silicate de soude, et la quantité d'iode qu'elle absorbe revient toute entière au sulfite ou à l'hyposulfite de soude.

Je rapporterai tout-à-l'heure les résultats de ces expériences; mais je dois auparavant faire connaître les noms des sources qui arrivent sans mélange sur les lieux d'emploi, et la manière dont les autres sont associées avant de parvenir aux douches, cabinets de bains, etc.

Les sources qui arrivent sans mélange au robinet des baignoires sont : la Reine, la Grotte inférieure, Richard inférieure. La source Blanche est tempérée dès sa sortie du rocher par une quantité d'eau froide suffisante pour que sa température s'abaisse jusqu'à 38 ou 39° centigrades. L'eau froide, qui est riche en oxygène et en silice, favorise le blanchiment. L'ancienne source Blanche était formée par un filet de la Reine qui se mêlait avec un filet d'eau froide. On n'a donc fait qu'imiter la nature.

Les sources Ferras ancienne, Ferras nouvelle et de l'Enceinte sont mêlées, et constituent le bain Ferras.

Le mélange des sources Richard supérieure et Azémar a lieu dans les galeries souterraines, et parvient à la buvette et aux baignoires sous le nom de Richard supérieure ou de Richard nouvelle.

Le mélange des numéros 1, 2, 3 et 4 de Bordeu avec les numéros 1, 2 et 3 du Pré, constitue le bain de Bordeu.

Les sources du Bosquet, réunies à la source de Lachapelle, constituent le bain du Bosquet.

Les sources d'Etigny, numéros 1 et 2, sont mêlées pour former le bain d'Etigny.

Les sources de Sengez, réunies au numéro 5 de Bordeu et au numéro 4 du Pré, fournissent un mélange qui blanchit très-facilement, et peut au besoin être versé dans le réservoir de la Blanche.

Le même cabinet recevant l'eau de plusieurs sources minérales, ou plusieurs des mélanges que je

NOMS DES SOURCES.	DATE de sa DÉCOUVERTE	Volume débité en 24 heures	NATURE DU SOL au point d'émergence	Température.	Quantité de sulfure de sodium dans un litre d'eau	DESTINATION des SOURCES.	LIEUX D'OBSERVATION.	Distances des griffons aux lieux d'observation.	Perte apparente sur 100 parties de sulfure.	Quantité des carbonates et silicates alcalins ou alcalino-terreux, représentée par son équivalent en carbonate de soude anhydre.	NOTES ET OBSERVATIONS.
		litres.						mètres.			*Explication des abréviations*
Bayen	1859.	5,200	Limite des atterrissements.	68,00	0,0773	D. E. P.	Au griffon	»	»	0 gr. 0308	Buv. — Buvette
Reine	s. ancienne.	73,220	Schistes siliceux grenatifères modifiés.	57,60	0,0567	Buv. Ba. D. E. P.	Au regard dans les galeries.	12,50	»	0 0284	Ba. — Bains.
id.	*id.*	»	*id.*	»	0,0491	*id.*	Au sortir des galeries.	16,50	13,40	»	D. — Douches.
id.	*id.*	»	*id.*	»	0,0481	*id.*	A la buvette.	34,50	15,16	»	D. L. — Douches locales.
id.	*id.*	»	*id.*	»	0,0436	*id.*	Au robinet des baignoires	»	23,10	»	D. A. — Douches ascendantes.
Grotte supérieure	*id.*	12,425	Granit, pegmatite grenatifère.	58,44	0,0475	D. E. P.	Au regard.	11	»	0 0255	P. — Piscines.
id.	*id.*		*id.*	»	0,0460	*id.*	A la buvette.	23,30	3,16	»	F. — Étuves
Grotte inférieure	*id.*		*id.*	52,20	0,0675	*id.*	Au robinet des baignoires	»	»	»	Quand plusieurs sources portent le même nom, je désigne toujours la plus chaude par le n° 1, et la moins chaude par le chiffre le plus élevé.
id.	*id.*	10,725	Atterrissements modifiés	39,00	0,0522	Ba. P.	Au bain après 5 h. d'exp. à l'air.	»	22,66	0 0315	
Azemar	1836.	18,800	Schistes modifiés.	53,17	0,0497	Buv. Ba. D. L.	Au regard	4,00	»	0 0379	
Richard supérieure	*id.*	17,420	*id.*	50,04	0,0475	*id.*	*id.*	2,20	»	0 0417	
id.	*id.*		*id.*	»	0,0460	*id.*	a la buvette.	35,20	3,15	0 0350	
Richard inf. n° 4 et 5 R. anc.	s. ancienne.	10,002	Atterrissements modifiés	46,40	0,0546	Buv. Ba.	Au griffon.	»	»	»	
id.	*id.*		*id.*	»	0 0503	*id.*	Au robinet des baignoires	»	7,87	»	
Richard tempérée n° 1	1839.	21 723	Schiste micaré.	38,00	0,0330	Buv. Ba. D. A.	Au griffon	»	»	»	
id. n° 2	*id.*		Schiste siliceux modifié	32,00	0,0155	*id.*	*id.*	»	»	»	
Richard tempérée inférieure	*id.*		*id.*	»	0,0064	Ba.	*id.*	»	»	»	
Richard inférieure n° 6	*id.*		*id.*	29,80	0,0138	Buv.	*id.*	»	»	»	
Richard inférieure n° 7.	*id.*		*id.*	31,75	0,0322	*id.*	*id.*		»	»	
Blanche	s. ancienne.	41,200	Granit, pegmatite grenatifère	47,21	0,0368	Buv. Ba. D. L.	*id.*	»	»	»	
id.	*id.*	»	*id.*		0,0169	*id.*	Au regard	11	54,09	0 0168	L'eau blanche est mêlée, à sa sortie du griffon, avec une quantité d'eau froide suffisante pour abaisser sa température à 37° centigrades. On favorise ainsi le blanchiment.
id.	*id.*		*id.*	»	0,0144	*id.*	A la buvette.	23,80	60,88	»	
id.	*id.*		*id.*	»	0,0021	*id.*	Au robinet des baignoires.	variable	94,83	»	
Ferras ancienne	1839.	»	*id.*	34,34	0,0030	Buv. Ba.	Au griffon.	»	»	0 0254	
id.	*id.*		*id.*	»	0,0024	*id.*	A la buvette.	7,00	20,00	»	
Ferras nouvelle	1839.		*id.*	39,96	0,0211	Buv. Ba.	Au griffon	»	»	0 0256	
id.	*id.*		*id.*	»	0,0193	*id.*	A la buvette	3,50	8,53	»	
Enceinte	1839.	»	*id.*	49,00	0,0675	*id.*	Au griffon	»	»	0 0168	
id.	*id.*	»	*id.*	»	0,0660	*id.*	A la buvette	3,00	2,22	»	
Ferras inférieure n° 1.	1849.		Atterrissements modifiés.	37,80	0,0589	Buv. P.	*id.*	»	»		
id. n° 2	*id.*		*id.*	34,80	0,0485	*id.*	*id.*	»	»	»	
Lachapelle	*id.*	»	Granit	38,70	0,0521	Buv. Ba.	Au griffon.	»	»	0 0160	
Bosquet n° 1.	1849 à 1850	31,500	Granit et schistes modifiés.	44,00	0,0521	Buv. Ba. D. L.	*id.*	»	»	0 0346	
id. n° 2.	*id.*			43,00	0,0491	*id.*	*id.*	»	»	»	
id. n° 3.	*id.*			»	0,0215	*id.*	*id.*			»	
Sengez n° 1.	1850.	51,417	Granit	40,55	0,0690	Buv.	*id.*			0 0323	
id. n° 2.	*id.*		*id.*	31,00	0,0337	Ba.	*id.*	»	»	»	
id. n° 3.	*id.*		Granit et micaschiste	28,20	0,0046	*id.*	*id.*	»		»	
id. n° 4.	*id.*	»	Micaschiste.	28,00	0,0046	*id.*	*id.*	»	»	»	
Bordeu n° 1.	1850.	33,523	Granit, pegmatite grenatifère	49,00	0,0715	*id.*	*id.*	»	»	0 0209	
id. n° 2.	*id.*		*id.*	44,50	0,0625	*id.*	*id.*	»	»	»	
id. n° 3.	*id.*		*id.*	40,00	0 0552	*id.*	*id.*	»			
Pre n° 1.	1850 à 1852	»	*id.*	60,50	0,0780	*id.*	*id.*	»		0 0308	
id.	*id.*	»	*id.*	»	0,0780	*id.*	A la buvette.	29,00			
Pre n° 2.	*id.*	»	*id.*	52,80	0,0690	*id.*	Au griffon	»		»	
Pre n° 3	*id.*	»	*id.*	43,80	0,0491	*id.*	*id.*			»	
Mélange des n°s 2 et 3	*id.*	»	*id.*	»	0,0691	Buv.	A la buvette.	»		»	
Pre n° 4	*id.*	»	*id.*	35,40	0,0368	*id.*	Au griffon	»	»	»	
Étiguy n° 1.	1848		Schistes modifiés.	48,34	0,0356	*id.*	A la buvette.	»		»	
id. n° 2.	*id.*	»	*id.*	30,07	0,0466	D. A. D. L.	Au griffon		»	»	
Romains	1849.	7,200	Atterrissements modifiés	49,20	0,0588	Buv. E. P.	*id.*	»	»	»	
Étuve	*id.*	520	*id.*	36,42	0,0350	*id.*	*id.*		»	»	
Soulerat (grand puits)	*id.*	»	*id.*	»	0,0208	Ba.	*id.*	»	»	0 0186	
id. (petit puits)	*id.*		*id.*		0,0079	*id.*	*id.*			0 0171	

viens d'indiquer, le médecin peut y faire varier la composition du bain dans des limites très-étendues; ainsi il peut administrer à son malade :

Un mélange de Reine et Froide,
— Reine et Blanche,
— Reine, Blanche et Froide,
— Grotte et Froide,
— Reine, Grotte et Froide,
— Reine, Blanche, Grotte et Froide,
— Richard inférieure et Froide,
— Richard inférieure, Richard supérieure et Froide,
— Bosquet et Froide,
— Bordeu et Froide,
— Bordeu, Bosquet et Froide,
— Etigny et Froide,
— Ferras et Etigny.

Le tableau ci-contre fait connaître les noms de toutes les sources sulfureuses de Bagnères-de-Luchon, leur température, leur degré sulfhydrométrique brut, leur volume, leur destination, les changements qu'elles éprouvent en allant de leur griffon vers les lieux d'emploi, leur alcalinité (1), et enfin la nature du sol au point d'émergence.

Le tableau suivant indique la quantité réelle de sulfure de sodium, d'hyposulfite de soude et de carbonates ou silicates alcalins ou alcalino-terreux que

(1) On a vu plus haut comment je mesure l'alcalinité de l'eau.

renferme un bain de 300 litres préparé avec l'eau des principales sources, et amené à la température de 35° par l'addition d'une quantité suffisante d'eau froide.

NOMS des SOURCES.	Quantité de sulfure de sodium contenue dans un bain de 300 litres.	Quantité d'hyposulfite de soude contenue dans un bain de 300 litres.	Quantité de sels alcalins contenue dans un bain, représentée par son équivalent en carbonate de soude anhydre.	OBSERVATIONS.
Reine. . . .	5gr.875	1gr.061	5g .875	Les données du calcul sont les suivantes : La température de l'eau froide est de + 18°. On suppose que le bain contient 300 lit. d'eau, et que sa température est portée à 35° par l'addition d'une quantité suffisante d'eau froide. Quand la température de l'eau minérale est inférieure à + 35°, on suppose que le bain est donné avec l'eau minérale pure.
Richard sup.	6 896	1 440	5 945	
Richard inf.	9 741	1 080	9 741	
Grotte infér.	9 238	1 620	9 238	
Bordeu. . .	7 179	3 561	7 179	
Bosquet. . .	7 650	3 140	7 650	
Étigny. . .	3 876	3 015	3 876	
Ferras. . . .	2 550	2 400	2 550	
Blanche. . .	variable	2 160	»	

La température de l'eau de ces sources étant connue, il sera facile de calculer la richesse en sulfure de sodium de chacun des mélanges qu'on peut effectuer en les associant d'une manière quelconque pour préparer un bain à 35° ou à toute autre température.

Quand on examine les eaux sulfureuses sur les lieux d'emploi, la quantité de sulfure de sodium indiquée par le degré sulfhydrométrique brut est, en général, supérieure à celle qui existe réellement dans l'eau; ainsi, l'erreur s'élève à près d'un cin-

quième pour la source Bordeu prise au robinet des baignoires; elle est d'un sixième pour la source de la Reine, de sept centièmes pour la source du Bosquet, de près de moitié pour la source Ferras, de cinquante-cinq millièmes pour la Grotte inférieure, de dix-huit centièmes pour la source d'Etigny, de quarante-trois centièmes pour la source Blanche.

Il résulte clairement des recherches qui précèdent que les eaux prises sur les lieux d'emploi sont riches en hyposulfite, sulfate, carbonate et silicate de soude. Or, l'hyposulfite, le carbonate et le silicate ne se trouvent qu'en si faible quantité dans l'eau prise au griffon, qu'on a pu prétendre successivement que l'alcalinité des eaux sulfureuses était due à de la soude caustique, à du carbonate ou à du silicate de cette base.

Evidemment, les longues discussions qui ont eu lieu à ce sujet n'auraient pas pu se produire si les sels à réaction alcaline qui accompagnent le sulfure de sodium eussent été aussi abondants que l'ont prétendu certains auteurs. Il est d'ailleurs facile de s'assurer, à l'aide des moyens qu'ont indiqués MM. Boullay et O. Henry, que l'eau prise au griffon ne renferme que des quantités à peine appréciables de polysulfure. Nous avons vu plus haut qu'il est possible d'y découvrir l'existence d'une trace d'hyposulfite de soude, mais qu'on n'y parvient qu'en réduisant le liquide à un très-petit volume, tandis que cette concentration n'est plus nécessaire quand il s'agit de l'eau prise sur les lieux d'emploi.

J'ai montré, en traitant de l'analyse qualitative des eaux de Bagnères-de-Luchon, que ces eaux contiennent du sulfite et non pas seulement de l'hyposulfite de soude, comme on le croit généralement. Ce fait est d'autant plus singulier que lorsqu'on expose à l'air une dissolution de monosulfure de sodium, elle ne tarde pas à contenir de l'hyposulfite de soude, tandis que lorsqu'il s'agit des eaux minérales de Bagnères-de-Luchon, même très-profondément altérées par l'air, il s'y produit une proportion notable de sulfite de soude. Je crois pourtant que les considérations suivantes permettent d'expliquer cette anomalie apparente.

Si l'on abandonne au contact de l'air une solution concentrée de monosulfure de sodium jusqu'à ce que la presque totalité du sulfure ait été détruite, il s'y forme des cristaux incolores qui renferment beaucoup de sulfate et un peu d'hyposulfite de soude, on n'y trouve que des traces de sulfite alcalin. Le sulfate de soude qui se produit dans ce liquide étant neutre ne peut pas provenir de l'oxydation d'un hyposulfite alcalin ordinaire qui aurait la formule S^2O^2NaO.

Le sulfite neutre de soude peut, au contraire, lui avoir donné naissance par une oxydation directe. Si l'on se rappelle l'extrême facilité avec laquelle les sulfites se transforment en sulfates quand ils subissent en même temps le contact de l'eau et celui de l'air, on trouvera qu'il est assez rationnel d'admettre que le sulfure avant de se transformer en sulfate

a passé par l'état de sulfite. On s'explique alors pourquoi l'existence du sulfite de soude est facile à constater dans les solutions de sulfure de sodium qui ont subi le contact de l'air, et pourquoi ce sel n'y est jamais très-abondant, puisqu'il se détruit presque aussitôt après s'être formé.

Mais si, comme cela se présente pour les eaux minérales dont nous nous occupons, une oxydation incomplète de la majeure partie du sulfure s'effectue d'une manière rapide, le sulfite n'aura pas eu le temps de subir la transformation en sulfate, et on le trouvera en proportion assez marquée dans l'eau ainsi altérée. M. Aubergier avait vu cette production du sulfite de soude et il l'a signalée le premier à l'attention des chimistes (1).

Les chiffres que j'ai donnés plus haut représentent donc le poids d'un mélange de sulfite et d'hyposulfite de soude qui existe dans l'eau minérale, et non pas seulement celui de l'hyposulfite.

Les tableaux qui précèdent montrent que l'eau de plusieurs sources n'arrive à sa destination qu'après avoir subi des modifications profondes qui sont quelquefois regrettables, mais qui d'autres fois sont assez utiles pour que, bien loin de chercher à les empêcher de se produire, on doive tâcher de les favoriser et de les rendre parfaitement uniformes. Nous venons de voir que les eaux sulfureuses dégé-

(1) *Revue scientifique et indust.*, t. IV, p. 227.

nérées contiennent, à une certaine période de leur formation, du sulfite et de l'hyposulfite de soude qui sont loin d'être inactifs, surtout si, comme c'est le cas pour le bain Bordeu, à Luchon, la proportion de ces sels y est un peu considérable. C'est probablement à leur présence qu'il faut attribuer l'activité de certaines sources très-sulfureuses qui arrivent sur les lieux d'emploi complètement dépouillées de sulfure de sodium et jouissent, malgré cela, d'une efficacité très-prononcée. Dans l'ouvrage remarquable qu'il a publié sur les eaux minérales de France, de Belgique, d'Allemagne, de Savoie, etc., M. Constantin James s'exprime ainsi à propos des eaux d'Aix-la-Chapelle (1) :

« Toutes ces sources, et nous prendrons pour » type celle de l'Empereur, qui est la plus chaude et » la plus minéralisée, laissent dégager une forte » odeur d'hydrogène sulfuré. L'eau, vue dans les » réservoirs, a une couleur un peu verdâtre ; mais, » recueillie dans un verre, elle est limpide et par- » faitement incolore ; des bulles de gaz la traver- » sent dans tous les sens. Son goût, tant soit peu » salé, rappelle assez celui d'un bouillon faible, » sans offrir cette saveur d'œufs couvés si désagréa- » ble dans certaines sources sulfureuses.

» Et d'abord les eaux d'Aix-la-Chapelle appar- » tiennent-elles réellement à la classe des eaux sul- » fureuses? Jetez un simple coup-d'œil sur la source

(1) *Loc. cit.*, p. 303 et suiv.

» de l'Empereur, vous verrez l'énorme quantité de
» soufre qui la tapisse et qui se renouvelle rapide-
» ment à mesure qu'on l'enlève. D'ailleurs, les ana-
» lyses récentes de M. Liebig ont prouvé que cette
» eau renferme une proportion considérable de sul-
» fure et de gaz sulfhydrique. Poser la question
» dans ces termes, c'est donc la résoudre; mais
» l'eau minérale a une température trop élevée pour
» qu'elle puisse être employée en bains, immédiate-
» ment à sa sortie du sol. Il faut la laisser refroidir
» ou la refroidir artificiellement en y ajoutant de
» l'eau froide pour la ramener au degré convena-
» ble. Or, à ce moment, c'est-à-dire à l'instant où
» le malade entre dans le bain, l'eau conserve-t-elle
» encore quelques-uns de ses principes sulfureux?
» M. Fontan déclare que non, et voici les raisons
» sur lesquelles il s'appuie :

» Il fait d'abord remarquer combien le soufre
» contenu dans ces eaux est volatil, puisqu'il s'en
» dégage de véritables masses à leur point d'émer-
» gence. A cette première perte, qui est nécessaire-
» ment considérable, il faut joindre encore celle que
» fait éprouver le refroidissement. Comment, en effet,
» expliquer autrement, que par l'altération du prin-
» cipe sulfureux, la teinte laiteuse et blanchâtre que
» l'eau minérale prend dans la baignoire? Enfin,
» et ceci est beaucoup plus grave, le même obser-
» vateur affirme n'avoir pu, à l'aide des réactifs
» les plus sensibles, retrouver dans cette eau *la*
» *moindre trace de principes sulfureux.*

» D'où M. Fontan conclut « que la source de » l'Empereur, qui passe pour être une des plus sul- » fureuses de l'Europe, perd, par la simple chute de » l'eau dans la baignoire, tout son principe sulfu- » reux, et que l'eau de cette source devient dans » le bain une simple source salée, chloro-natreuse, » comme elle était à son origine, avant d'avoir » contracté un peu de sulfure par son passage à » travers de matières organiques.»

» Quelque rigoureuse et quelque logique que pa- » raisse être, chimiquement parlant, cette déduc- » tion, j'avoue qu'il m'est impossible d'en accepter » d'une manière aussi absolue les applications à la » thérapeutique; en supposant que l'eau, analysée » dans ces conditions, ne contienne plus de soufre » accessible à nos instruments, il reste encore » l'épreuve clinique, et celle-là est la plus impor- » tante : le soufre, par cela seul qu'il a séjourné » dans l'eau minérale, qu'il a circulé avec elle, qu'il » a formé un de ses principes constituants, n'a-t-il » pas pu lui communiquer des vertus spéciales, » perceptibles seulement pour nos organes? Le corps » de l'homme est souvent, dans ce cas, le meilleur » des réactifs : *Or, il est d'observation que les » eaux d'Aix-la-Chapelle sont utiles pour beaucoup » d'affections dans lesquelles les eaux sulfureuses » sont indiquées, et où les eaux simplement sali- » nes auraient été impuissantes.* Je crois donc » que, tout en tenant compte des observations de » M. Fontan, il ne faut pas non plus éliminer entiè-

» rement ces sources de la classe des eaux sulfu-
» reuses. »

Je partage complètement l'avis de M. Constantin James ; mais je vais plus loin que lui, et je n'hésite pas à déclarer que cette eau ne doit pas être complètement dépouillée de tout ce qui communique aux eaux sulfureuses ordinaires une partie de leurs vertus. Quelque rapide que soit la décomposition d'une eau sulfureuse thermale, il faut encore beaucoup de temps pour qu'elle parvienne au point où une analyse exécutée avec soin n'y décèle aucune trace de sulfite ou d'hyposulfite, et je suis intimement convaincu que ces sels communiquent à l'eau d'Aix une portion de son activité.

Je me fonde surtout sur ce que cette eau devient laiteuse dans la baignoire, ce qui lui donne une certaine ressemblance avec l'eau Blanche de Bagnères-de-Luchon. Une eau sulfureuse qui devient blanche dans la baignoire est un véritable lait de soufre qui doit bien avoir ses qualités particulières. L'eau de Luchon, quand elle a blanchi, n'est pas absolument sans action sur les réactifs qui accusent l'existence des sulfures alcalins ; mais elle renferme si peu de ces derniers qu'il est fort probable qu'elle agit bien plutôt sur les malades par le soufre très-divisé qu'elle tient en suspension et par le sulfite et l'hyposulfite de soude que par les traces de sulfure de sodium qu'elle retient encore.

Le docteur Astrié, qui a soutenu devant la Faculté de Médecine de Paris, une thèse fort remar-

quable (1) sur la médication thermale appliquée, n'a pas négligé de tenir compte de l'action que peuvent exercer sur les malades le sulfite et l'hyposulfite de soude ; il a fait, à ce sujet, des expériences fort curieuses dont les résultats méritent d'être rapportés.

M. Astrié rappelle d'abord que le sulfure de sodium, quand il est pris à l'intérieur à faibles doses, est absorbé ; mais qu'il résulte des expériences que M. Bonjean a faites sur l'eau sulfureo-alcaline de Challes, en Savoie, que ce composé est immédiatement détruit dans la circulation, sous l'influence de l'oxygénation pulmonaire, et tend à passer à l'état d'hyposulfite et de sulfite; c'est, en effet, dans cet état qu'on le retrouve dans les urines. M. Astrié est porté à penser, et M. Mialhe adopte aussi, dit-il, cette opinion, qu'une certaine quantité du sulfure absorbé laisse dégager dans le torrent circulatoire de l'hydrogène sulfuré sous l'influence de l'acide carbonique dissous en assez forte proportion dans le sang, tandis que le reste du sulfure s'oxygène de plus en plus.

Les hyposulfites et les sulfites, dit M. Astrié, se rencontrent en quantité appréciable dans beaucoup d'eaux sulfureuses des Pyrénées. Leur action chimico-physiologique a été établie par des essais répétés, desquels il est résulté :

(1) *De la médication thermale sulfureuse appliquée*, p. 228 et suiv.

Que ces deux sels agissent à peu près de la même manière ;

Qu'ils sont rapidement absorbés ;

Qu'ils exercent sur les matières mucoïdes et albuminoïdes la même action fluidifiante que les sulfures, mais à un moindre degré ;

Que les réactions sont plus nettes et plus promptes avec les sulfites qu'avec les hyposulfites ;

Que les hyposulfite et sulfite de soude éclaircissent, fluidifient le sang, et lui donnent une teinte rosée très-belle qu'il conserve.

Ces sels n'ont, ainsi que les sulfures, qu'une action dissolvante faible sur les caillots fibrino-sanguins.

L'on connaît l'action du sulfate et de l'hyposulfite de soude sur les globules du sang auxquels ils conservent leurs formes et leurs propriétés, fait qui pourrait jouer un rôle important dans la reconstitution de l'élément globulaire altéré dans quelques cachexies.

Dans l'intoxication mercurielle, le précipité albumino-mercuriel que tend à former le deutochlorure de mercure est nettement redissous dans l'albumine de l'œuf et dans le sang par le sulfite de soude avec transparence parfaite et limpidité de la solution ; pareille chose a lieu avec l'hyposulfite, mais la liqueur reste souvent un peu louche, tandis qu'avec les sulfures alcalins elle prend une couleur brune.

Lorsqu'on remplace, dans les mêmes conditions, les sels de mercure par ceux de plomb, on voit le

magma albumino-plombique s'éclaircir et devenir fluide. Les sels sulfureux paraissent avoir une grande affinité pour l'albumine, mais dans la solution fluidifiée restent des molécules sulfo-plombiques en suspension ; celles-ci peuvent, par un excès de liquide, s'atténuer et se dissoudre en grande partie.

Lorsqu'on verse dans un coagulum, formé par l'alcool et l'albumine, les sulfites, hyposulfites et sulfures alcalins, on obtient une fluidification pareille de la liqueur. Semblable effet s'obtient avec l'ammoniaque, qui est, on le sait, l'antidote des intoxications alcooliques aigües (ivresse).

Action dynamique :

Le sulfite ou l'hyposulfite de soude, pris à l'intérieur, produisent sur l'organisme des phénomènes d'excitation générale analogues à ceux que provoque l'ingestion des sulfures alcalins ; mais ces phénomènes sont beaucoup moins marqués qu'après l'usage de ces derniers ; l'action de l'hyposulfite ou du sulfite est plus douce ; elle irrite rarement les premières voies, l'appétit est provoqué sans ardeur épigastrique; le cours des urines augmente presque toujours d'une manière notable.

Action thérapeutique :

M. Astrié conclut de ce qui précéde, que le sulfite et l'hyposulfite de soude, considérés au point de vue de leur action thérapeutique, doivent prendre place à côté du sulfure de sodium. Je suis convaincu, dit-il, *que beaucoup d'eaux sulfureuses, dépourvues de goût et de réaction sulfurée, doivent aux hypo-*

sulfites et aux sulfites qu'elles contiennent le privilége de participer à l'action des eaux sulfurées dans le traitement des maladies qui réclament leur emploi ; c'est ainsi que je comprends l'action des sources de Nossa, près de Vinça, de l'eau bleue à Ax, de bien d'autres sources, plus ou moins désulfurées, et celle des sulfureuses dégénérées, appliquée à la curation des maladies dartreuses et catarrhales, etc.

M. Astrié a cherché à déterminer quelle est l'action chimique en vertu de laquelle les eaux sulfureuses s'opposent d'une manière si efficace aux effets de l'intoxication mercurielle dans le traitement de la syphilis par le mercure.

Loin des eaux sulfureuses, les accidents que détermine l'usage des préparations mercurielles : salivation, stomatite, colique, diarrhée, etc., sont combattus avec succès par des médications très-variées. M. Ricord emploie de préférence le soufre sous forme d'opiat et la limonade nitrique ; mais le soufre peut faire mieux, il peut prévenir ces accidents, et c'est chose remarquable que de ne pas les voir se produire pendant l'usage des eaux sulfureuses. S'il en est ainsi, dit M. Astrié, c'est qu'il se forme un composé albumineux, sulfureo-mercuriel très-soluble et très-facile à éliminer, et que les excrétions urinaires et cutanées augmentées entraînent une partie plus considérable du composé mercuriel introduit dans l'économie, ce qui empêche les résultats malheureux de son accumulation.

D'après M. Pages, les eaux de Barèges guérissent l'intoxication mercurielle.

M. Fontan a observé que les malades ne salivent pas, quand ils suivent un traitement mercuriel, en faisant usage des eaux sulfureuses en boissons et en bains; ceux qui étaient déjà atteints d'une salivation guérissent sous l'influence des eaux et peuvent reprendre le traitement, après quelques jours, sans que l'accident se reproduise.

Les désordres qui résultent de l'intoxication mercurielle sont assez graves pour qu'on nous pardonne d'insister autant sur l'action qu'exercent les eaux sulfureuses sur les malheureux qui en sont atteints.

La stomatite, le ptyalisme, l'haleine fétide, le ramollissement des gencives, la diarrhée, une fièvre irrégulière, un trouble plus ou moins profond des fonctions digestives, des nécroses des os maxillaires, un tremblement général qui affecte surtout ceux qui ont respiré des vapeurs mercurielles (doreurs, étameurs, chapeliers), des hémorrhagies, des troubles cérébraux, etc., constituent le triste cortége des accidents qui accompagnent l'intoxication mercurielle. L'expérience prouve que les composés mercuriels séjournent longtemps dans l'économie : leur élimination s'effectue avec une lenteur telle qu'on a douté pendant longtemps de l'existence du mercure dans les sécrétions des individus qui étaient soumis à un traitement mercuriel.

Les eaux sulfureuses favorisent cette élimination de deux manières :

1° En rendant plus soluble le composé mercuriel qui était fixé dans les organes ;

2° En donnant en même temps aux organes sécréteurs une plus grande activité.

M. Astrié cite, comme preuve du mode d'action des eaux sulfureuses, deux cas fort extraordinaires qui ont été observés à Baréges par M. Pages. Il s'agit de deux individus qui avaient autrefois abusé du mercure, mais qui avaient cessé d'en faire usage, l'un depuis dix-huit mois, l'autre depuis quatorze. M. Pages s'était assuré que dans cet intervalle ils avaient été complètement soustraits à tout traitement mercuriel. Chez tous deux le traitement sulfureux détermina, dès les premiers jours de son application, une salivation avec tous les accidents de la stomatite mercurielle diphtéritique, qui fut guérie ensuite huit à quinze jours après par l'usage des mêmes eaux qui l'avaient provoquée. (Communication faite à M. Astrié par M. Guenau de Mussy.)

L'élimination du composé mercuriel, redissous et réintroduit dans la circulation, paraît ici s'être faite principalement par la muqueuse buccale et les glandes salivaires qui sont, comme on le sait, les appareils qu'affecte plus spécialement le mercure.

Il résulte donc des expériences de M. Astrié, que le sulfure de sodium, l'hyposulfite ou mieux encore le sulfite de soude dissolvent les composés insolubles que les matières albuminoïdes forment avec les préparations mercurielles; mais puisque le sulfure de sodium, quand il a été introduit dans le sang,

passe rapidement à l'état d'hyposulfite ou de sulfite de soude, c'est surtout à ces derniers sels, que nous retrouvons dans l'urine en quantité notable, que nous devons attribuer l'élimination du poison. L'existence de l'hyposulfite ou du sulfite alcalin dans ces eaux est donc loin d'être indifférente pour le médecin, et je ne suis pas éloigné de croire que, dans bien des cas, des malades dont l'état pourrait être avantageusement modifié par l'action des sulfites, retireront un meilleur effet de l'usage des eaux dans lesquelles ils trouvent ce sel tout formé, que de celui des eaux qui renferment un sulfure dont la transformation en sulfite dans l'économie constitue une cause d'amoindrissement de l'hématose qu'il serait peut-être quelquefois important d'éviter.

On s'est demandé bien souvent pourquoi les eaux sulfureuses artificielles ne produisent pas à beaucoup près les mêmes effets que les eaux naturelles : la raison en est pourtant bien simple, car rien ne ressemble moins au liquide sulfureux que nous trouvons préparé par la nature que ces bains artificiels ou ces boissons dans lesquels on n'introduit, ni la silice, ni les sulfites, ni la matière organique qui existent dans les eaux naturelles, partant toujours de ce principe éminemment faux que les eaux sulfureuses n'agissent sur l'économie que par le sulfure de sodium ou par les sels à réaction alcaline (carbonate ou silicate de soude) qui l'accompagnent. Les faits observés par le docteur Astrié jettent un jour tout nouveau sur les causes de l'action des eaux

sulfureuses dans le traitement de l'intoxication mercurielle; le sulfite et l'hyposulfite de soude se comportent, d'après lui, absolument comme le fait l'iodure de potassium dont M. Melsens a conseillé depuis longtemps l'usage pour faciliter l'élimination du plomb fixé dans la trame des tissus chez les ouvriers atteints de l'intoxication saturnine.

Ce jeune et habile médecin tire de ses expériences les conclusions suivantes :

« 1° C'est une erreur de croire que les préparations sulfureuses agissent en neutralisant, par » formation d'un sulfure insoluble, l'excès des sels » mercuriels;

» 2° Lorsqu'à la suite de l'emploi prolongé des » mercuriaux, il survient des accidents de saturation et de cachexie mercurielle, les eaux sulfurées par les sulfures et surtout par les sulfites et » les hyposulfites qu'elles introduisent dans le sang » et dans les trames organiques (comme je l'ai établi expérimentalement), rendent solubles les composés albumino-hydrargiriques, qui fixent les » sels de mercure dans les tissus, et facilitent leur » élimination sous forme de composés solubles que » la suractivité imprimée aux excrétions cutanées, » urinaires et muqueuses ne laissent plus séjourner » longtemps dans l'économie;

» 3° L'expulsion graduelle, et dans des conditions » très-favorables, des composés mercuriels, dont la » présence prolongée dans l'économie troublait les » fonctions générales, rend compte de l'efficacité

» des eaux sulfureuses pour prévenir les accidents
» d'accumulation toxique et pour guérir la cachexie
» mercurielle, etc.... (1). »

Les eaux sulfureuses-sodiques, outre le surcroît des émonctions qu'elles produisent et qui souvent, il faut le dire, suffit à remédier aux accidents, ont une action directe sur le composé mercuriel dont elles facilitent l'élimination définitive par de larges surfaces.

Les effets de l'intoxication plombique peuvent être combattus et détruits par la médication sulfureuse, absolument comme ceux de l'intoxication mercurielle. M. Astrié a vu, en effet, que les précipités que produisent les sels de plomb dans les solutions de matières albuminoïdes se dissolvent à la faveur des sulfures, des sulfites ou des hyposulfites; d'où il résulte que ces derniers agissent, pour favoriser l'expulsion du poison, d'une manière analogue à l'iodure de potassium.

Ces observations sont parfaitement d'accord avec les idées de M. Mialhe ; elles expliquent d'une manière satisfaisante pourquoi l'on peut obtenir de si bons effets de l'emploi des préparations sulfureuses dans le traitement de la colique saturnine. Ces essais fort curieux nous montrent qu'il faut distinguer dans l'action des sels mercuriels, comme dans celle de la plupart des médicaments dépurateurs : 1° l'action exercée sur le virus ou l'élément morbi-

(1) *Loc. cit.*, p. 233.

fique de celle qui résulte du séjour prolongé de ces corps dans les organes ; les sels mercuriels administrés de concert avec les eaux sulfureuses circulent dans l'économie sans s'y arrêter ; ils saisissent au passage (qu'on me passe cette expression) le virus qu'on voulait détruire et l'entraînent au-dehors avec eux.

Il est curieux de voir un sel aussi réducteur que le sulfite de soude traverser le système circulatoire sans y être brûlé, alors que nous savons que son exposition à l'air libre suffit pour le transformer en peu de temps en sulfate de soude.

J'ai insisté beaucoup sur le rôle des sulfites, parce qu'il m'a paru être plus considérable qu'on ne l'avait cru jusqu'à ce jour, et qu'il justifie ce que j'ai dit dans le courant de ce chapitre, à savoir qu'il ne serait peut-être pas aussi rationnel qu'on le croit généralement, et qu'on le dit partout, en quelque sorte par habitude, de préserver toutes les eaux sulfureuses, d'une manière absolue, du contact de l'air.

L'eau qui constitue le bain Bordeu, à Luchon, est très-riche en sulfure de sodium, et elle contient en même temps une forte proportion de sulfite et d'hyposulfite de soude ; il serait facile d'augmenter la proportion du sulfure en diminuant celle des sulfite et hyposulfite ; il suffirait pour cela d'empêcher l'air d'agir sur l'eau sulfureuse pendant son trajet ; et cependant après avoir vu la préférence bien marquée que beaucoup de médecins et de malades accordent au bain Bordeu sur les autres, je

n'oserais pas conseiller de faire disparaître le sulfite et l'hyposulfite pour rendre les bains un peu plus sulfureux. Il est à remarquer que le bain Bordeu est encore, malgré cette altération de l'eau, l'un des plus riches en sulfure de sodium parmi ceux qui sont administrés dans les Pyrénées.

A mon avis, quand on a un grand nombre de sources sulfureuses à sa disposition, comme c'est le cas à Bagnères-de-Luchon, à Ax, et dans plusieurs établissements des Pyrénées-Orientales, on doit tâcher de disposer les choses de manière à pouvoir administrer de l'eau sulfureuse aussi pure que possible en même temps que d'autres eaux altérées à des degrés variés. Agir autrement serait se priver sans motif légitime de ressources qui peuvent être précieuses dans beaucoup de cas.

Les détails dans lesquels je viens d'entrer suffisent, si je ne m'abuse, pour fixer les médecins sur les changements les plus essentiels qu'ont subis les eaux de Bagnères-de-Luchon lorsqu'elles sont parvenues sur les lieux d'emploi.

Je ne me suis occupé que du sulfure et des produits qui résultent de l'action de l'air ou des éléments de l'eau minérale sur ce composé, parce que les autres principes contenus dans l'eau prise sur les lieux d'emploi n'ont pas éprouvé de changement, et que leur proportion y est sensiblement la même, quel que soit l'endroit où elle est prise pour être analysée.

ANALYSE DE L'AIR DES GALERIES, ÉTUVES, DOUCHES, PISCINES, ETC.

Les chimistes qui se sont occupés de l'étude des eaux thermales sulfureuses n'ont pas suffisamment dirigé leur attention sur la composition de l'atmosphère dans laquelle respirent les malades qui prennent des bains de piscines, des douches, ou qui séjournent dans les étuves, soit sèches, soit humides. L'action des émanations sulfureuses n'a pourtant pas été méconnue par tous les médecins. M. Lallemand l'a surtout signalée à l'attention de ses confrères comme un moyen thérapeutique dont on pourrait tirer un parti avantageux dans l'établissement du Vernet. Le passage suivant, que j'emprunte à une note qu'il a publiée dans les Comptes-rendus de l'Institut (tome XXII, page 169), pourra donner une idée de l'importance que cet habile médecin attache à l'action des vapeurs chargées d'acide sulfhydrique sur les organes de la respiration.

« Tout le monde sait que les eaux hydrosulfu-
» reuses sont d'un puissant secours contre toutes
» les affections anciennes des poumons. On connaît
» en particulier la réputation des eaux Bonnes con-
» tre tous les cas de cette nature ; mais comment
» les emploie-t-on en général ? En bains, surtout
» en boisson ; les eaux Bonnes ne s'appliquent même
» que sous cette forme, à cause de leur basse tempé-
» rature. Si les eaux sulfureuses sont si utiles contre

» les affections pulmonaires chroniques, appliquées
» surtout à la peau ou introduites dans les organes
» digestifs, de quelle efficacité ne doivent-elles pas
» jouir lorsqu'elles sont mises en contact immédiat
» avec les tissus mêmes qui sont malades, lors-
» qu'elles pénètrent, en un mot, dans les dernières
» ramifications des vésicules aériennes! Tous les
» praticiens ont senti l'importance de cette action
» directe, immédiate, et plusieurs ont imaginé di-
» vers moyens de faire respirer aux malades de l'air
» chargé de principes médicamenteux. Ces essais
» n'ont pas été suivis de succès, parce que la respi-
» ration avait lieu à travers des tubes plongeant
» dans les vapeurs destinées à pénétrer dans les
» poumons; il en est toujours résulté une gêne
» dans la respiration qui ne permettait pas de pro-
» longer cette espèce de supplice au-delà de quel-
» ques minutes. Pour obvier à cet inconvénient ca-
» pital, j'ai imaginé de faire vivre, en quelque
» sorte, ces malades dans l'atmosphère même des
» eaux sulfureuses, en leur réservant un immense
» local dans lequel la vapeur, arrivant par en bas
» et s'échappant par le haut, entretient la tempéra-
» ture de ce courant continu à 18 ou 20° centigrades
» environ, température qu'on peut, au reste, faire
» varier à volonté, ainsi que la quantité de vapeur
» en circulation.

» Dans le principe, on n'y reste qu'une heure ou
» deux matin et soir; mais on s'y habitue bientôt,
» de manière à y rester douze heures par jour,

» sans la moindre incommodité, en s'y livrant aux » mêmes occupations que dans son cabinet. Sans » être médecin, on peut facilement imaginer quelle » puissante influence une médication aussi directe, » aussi permanente, peut exercer sur les organes » affectés. Elle est telle que, dès les premiers jours, » les malades en éprouvent un effet sensible.

» En ce moment, il y a dans l'établissement (au » Vernet) plusieurs phthisiques qui sont guéris de- » puis deux ou trois ans, et qui y reviennent passer » les plus mauvais jours de l'hiver, dans la crainte » de quelque rechute; plusieurs ont quitté Pise ou » Naples pour revenir se plonger dans les vapeurs » qui leur ont été salutaires et que le plus beau cli- » mat ne peut remplacer. Notez bien que je parle ici » de phthisies tuberculeuses, parfaitement consta- » tées par l'auscultation; de phthisies accompagnées » de sueurs nocturnes, de diarrhées colliquatives, » enfin de tous les symptômes qui accompagnent la » dernière période de cette terrible maladie, dont » le nom seul paraît un arrêt de mort.

» C'est donc une révolution à introduire dans la » thérapeutique de ces affections, non-seulement » quant à l'époque de l'administration des eaux sul- » fureuses, mais encore quant au mode de leur » emploi, puisqu'il s'agit de les faire pénétrer jus- » qu'aux tissus altérés, comme on applique un » topique sur un mal extérieur, et cela pendant des » journées entières, s'il le faut.... etc. »

Il est évident, d'après cette citation, que M. Lal-

lemand attribue une grande importance à l'action que les vapeurs sulfureuses exercent sur l'économie des malades.

Mais ce que le savant praticien auquel j'ai emprunté ces quelques lignes croit possible au Vernet, doit l'être aussi dans d'autres établissements thermaux; il suffit pour cela qu'ils soient pourvus d'eaux bien sulfureuses, suffisamment chaudes et suffisamment abondantes. Ces conditions ne se trouvent pas réunies dans toutes les stations thermales des Pyrénées, et d'ailleurs les choses ne sont pas disposées, dans les établissements ordinaires, comme elles le sont au Vernet; mais il n'en est pas moins vrai de dire que partout où un malade fait usage des eaux sulfureuses autrement qu'en boisson, celles-ci exercent leur action immédiate, non-seulement sur la peau ou sur les organes digestifs, mais aussi sur les poumons. N'est-il pas évident, en effet, qu'un individu qui est plongé dans un bain d'eau sulfureuse est placé dans les conditions les plus favorables pour inspirer l'air chargé d'acide sulfhydrique qui se trouve à la surface de l'eau? Les cabinets des bains eux-mêmes renferment une atmosphère plus ou moins imprégnée de ce gaz; mais toujours en proportion trop faible pour qu'il soit possible d'en évaluer exactement la quantité.

L'action de l'acide sulfhydrique doit être bien autrement prononcée dans les étuves humides où l'air se renouvelle à peine, et où l'eau subit le contact de l'air sans avoir été préalablement refroidie; ici la

quantité du principe sulfureux répandue dans l'air est suffisante pour que les solutions de sels de plomb, d'argent ou de cuivre, à travers lesquelles on le fait passer, soient brunies presque à l'instant et donnent bientôt un précipité de sulfure métallique, facile à recueillir et à peser. Les vitres de la salle d'étuve de Luchon sont tapissées, par places, d'un léger enduit jaunâtre, dans lequel il est facile de constater la présence du soufre en nature. Ceci se conçoit aisément, puisque l'acide sulfhydrique est décomposé par l'oxygène de l'air, avec production d'eau et dépôt de soufre.

L'atmosphère des salles de douches et des piscines est aussi suffisamment riche en acide sulfhydrique, pour qu'il soit aisé, non-seulement d'y constater l'existence de ce gaz, mais encore d'en déterminer la quantité. Les eaux facilement décomposables, comme le sont celles des anciennes sources de Bagnères-de-Luchon, versent dans l'air, toutes choses égales d'ailleurs, plus d'acide sulfhydrique que les autres; il en résulte que le bain de piscine préparé avec des eaux de ce genre, doit avoir une action différente de celle du bain de piscine préparé avec des eaux relativement plus stables, comme celles de Baréges, par exemple. Dans le premier, l'atmosphère est plus chargée de principe sulfureux; dans le second, c'est l'eau qui conserve la majeure partie du sulfure de sodium. Le premier bain doit produire une action qui devient immédiatement générale, tandis que le deuxième

doit exercer une action locale plus efficace et ne produire que plus tard des effets généraux.

Si l'on essaie de remplir les piscines de Bagnères-de-Luchon avec de l'eau sulfureuse qui a servi pour donner soit des bains, soit des douches, on trouve que le sulfhydromètre n'y accuse que des traces de sulfure. Le plus souvent l'eau blanchit quelques instants après son arrivée dans la piscine, quelquefois même elle est déjà blanche quand elle y arrive ; elle donnerait donc un bain riche en carbonate et en hyposulfite de soude, mais pauvre en sulfure alcalin. A Barèges, au contraire, le bain se montre riche en sulfure de sodium et à un tel point que l'eau de la piscine y est plus sulfureuse que celle d'un bain préparé avec un mélange d'eau de la Reine et d'eau Froide, à Bagnères-de-Luchon, mélange qui passe pour être très-actif. Je reviendrai plus loin sur ces différences.

Pendant mon séjour à Bagnères-de-Luchon, j'ai étudié avec le plus grand soin l'altération qu'éprouve l'air confiné dans les salles dont j'ai parlé tout-à-l'heure. Mes expériences, quoique peu nombreuses, suffiront pour donner une idée précise des moyens d'action puissants dont on dispose actuellement dans cette localité.

L'air des piscines, des salles de douches et d'étuves est altéré : 1° par l'acide sulfhydrique qui se dégage de l'eau minérale ; 2° par le contact de l'eau sulfureuse elle-même, dont l'un des éléments (le sulfure de sodium) absorbe continuellement de l'oxygène.

Le malade qui est placé dans une piscine respire dans une atmosphère très-chaude (de 26 à 30°). Cet air dilaté lui fournit, à chaque inspiration, moins d'oxygène que l'air extérieur.

L'air des piscines et des douches est, en outre, sensiblement saturé de vapeur d'eau; ce qui doit considérablement amoindrir la transpiration cutanée, et même la transpiration pulmonaire.

Cet air est plus pauvre en oxygène que celui du dehors; enfin il contient un peu d'acide sulfhydrique.

La décomposition de l'acide sulfhydrique par l'oxygène répand dans l'atmosphère du soufre en nature. Ce soufre très-divisé, disséminé dans cette atmosphère humide, pénètre, à chaque instant, dans les organes respiratoires en même temps que l'acide sulfhydrique non décomposé.

Toutes les causes que je viens d'énumérer concourent à amoindrir l'hématose; elles privent momentanément la peau et les poumons d'une partie de leurs droits, et l'on conçoit sans peine l'état de malaise qu'éprouvent les malades qui y sont soumis. On voit aussi pourquoi ces malades, sortant très-échauffés de cette atmosphère riche en azote, souillée par des vapeurs sulfureuses et saturée d'humidité, sentent se développer en eux une réaction salutaire qui peut, en rétablissant la transpiration dans toute son intégrité, amener la guérison des affections rhumatismales et de plusieurs autres maladies.

Dans les analyses dont je vais exposer les résultats, je me suis proposé de mesurer l'appauvrissement en oxygène qu'a subi l'air confiné dans les étuves, les salles de douches et les piscines, et en outre de doser aussi rigoureusement que possible l'acide sulfhydrique qui s'y trouve répandu.

Pour doser l'acide sulfhydrique, j'ai fait passer de l'air dans des tubes laveurs contenant, tantôt de l'acétate de plomb, tantôt de l'azotate d'argent dissous dans de l'eau distillée; j'ai recueilli avec soin le sulfure qui s'est produit dans mes liqueurs, et je l'ai pésé après lui avoir fait subir des lavages et une purification convenables. L'air était puisé dans les salles à l'aide d'un tube de verre qui traversait, soit l'un des murs de celle-ci, soit la porte elle-même, et venait sortir au-dehors où il était mis en communication avec un aspirateur, disposé de telle manière qu'il m'était facile d'accélérer ou de ralentir le courant d'air, et en même temps de mesurer assez exactement le volume du gaz qui avait traversé mes appareils.

Cet aspirateur avait été mis à ma disposition par M. Boisgiraud, son inventeur, qui, pendant toute la durée de mes travaux, a bien voulu m'accorder, avec une rare bienveillance, des conseils qui m'ont été très-utiles (1).

Air des piscines.

J'ai examiné l'air des piscines pendant la saison

(1) Voir la planche n° 3 et la légende qui la précède.

des bains. La piscine dans laquelle j'opérais avait été remplie et vidée à plusieurs reprises pendant la matinée, et l'atmosphère s'y trouvait dans les conditions ordinaires.

La température de l'eau était de 36°,00, celle de l'air était de 26,50 ; un thermomètre placé à l'extérieur de la salle marquait 17,40.

1° 270 litres d'air ont fourni 0 gr. 0320 de sulfure de plomb, correspondant à 0 gr. 00455 d'acide sulfhydrique, ou à 2cc97 de ce gaz.

Des analyses exécutées dans d'autres saisons m'ont fourni des résultats analogues, et la quantité d'acide sulfhydrique contenue dans 100 litres d'air s'est toujours trouvée comprise entre 1cc et 1cc2.

Un homme adulte, qui séjourne pendant une heure dans la piscine, fait passer dans ses poumons environ 320 litres d'air (1), qui contiennent 3cc62 d'acide sulfhydrique.

Pour déterminer la proportion d'oxygène contenu dans l'air, j'ai eu recours, tantôt à des essais eudiométriques exécutés avec un grand soin, tantôt à l'action du phosphore sur un volume connu d'air : j'ai trouvé ainsi que 100 parties d'air des piscines sont formées (abstraction faite de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique) de :

(1) D'après M. Dumas, un homme adulte introduit environ un tiers de litre d'air dans ses poumons, à chaque inspiration ; et il en fait 16 par minute.

Oxygène.	19,50
Azote	80,50
	100,00

moyenne de trois analyses. Les volumes ont été rapportés à la température de zéro, et à la pression de $0^m,76$.

Les résultats ont été bien différents lorsque, au lieu d'opérer dans les conditions ordinaires (la piscine étant remplie d'un mélange d'eau de la Reine et d'eau Froide) , j'ai analysé l'air de la même salle alors que la piscine était remplie avec l'eau de vidange des bains et celle qui avait servi à administrer des douches. Dans ce dernier cas, j'ai pu faire passer plus de 500 litres d'air dans mes appareils laveurs, sans obtenir une quantité appréciable de sulfure d'argent ou de plomb. La proportion d'oxygène contenue dans l'air de la salle était sensiblement la même que celle de l'air extérieur.

Dans ces dernières expériences, un litre d'eau de la piscine n'absorbait que de 0 gr. 008 à 0,015 d'iode ; tandis que lorsqu'on employait l'eau vierge, la même quantité d'eau absorbait 0 gr. 050.

Air des salles de douche.

Température.	26,50
Température de l'air extérieur. . .	16,50

260 litres d'air ont fourni 0 gr. 0480 de sulfure de plomb équivalant à 0 gr. 0068 d'acide sulfhydrique, ou à $4^{cc}44$.

Dans une deuxième expérience, 300 litres d'air ont fourni 0,0495 de sulfure d'argent qui représentent 0 gr. 0067 d'acide sulfhydrique.

Cent parties d'air des douches ont fourni :

Oxygène.	19,20
Azote.	80,80
	100,00.

Un homme qui séjourne un quart d'heure dans cette salle fait passer dans ses poumons environ 82 litres d'air contenant 1cc40 d'acide sulfhydrique.

Air des étuves humides.

Température.	35,80
Température extérieure. . .	17,60

200 litres d'air ont donné 0 gr. 0340 de sulfure de plomb, représentant 0 gr. 0048 d'acide sulfhydrique, ou 3cc20 de ce gaz.

Celui qui séjourne un quart d'heure dans cette étuve fait passer dans ses poumons 4cc41 d'acide sulfhydrique.

Cent parties d'air ont fourni :

Oxygène.	19,45
Azote.	80,55
	100,00

Comme on le voit, la proportion de l'oxygène est sensiblement diminuée dans l'air de ces salles, et si l'on se rappelle que la température de l'atmosphère des piscines est d'environ 26 degrés au-dessus

de zéro, on comprendra que la quantité d'oxygène qui passe dans les poumons pendant la durée du bain doit être très-considérablement amoindrie. En effet, puisque l'air normal se compose, d'après les recherches de MM. Dumas et Boussingault, de :

Oxygène.	20,80
Azote	79,20
	100,00

320 litres d'air normal doivent contenir 66 lit. 56 d'oxygène; mais si l'air de la salle ne contient que 19,50 pour cent d'oxygène, les 320 litres que respire le baigneur, au lieu de renfermer 66 lit. 56 d'oxygène, n'en renferment plus que 62,40. C'est donc 4 litres d'oxygène de moins qui passent dans ses poumons.

La différence est plus grande encore si l'on tient compte de la dilatation de l'air intérieur. Ainsi, en admettant que la température extérieure fût de 16° au-dessus de zéro, 320 litres d'air à 26° ne représentent que 308 lit. 7 d'air à 16°, et ces 308 lit. 7 contiennent seulement 60 lit. 19 d'oxygène. C'est donc 6 lit. 37 de moins d'oxygène qui passent dans les poumons du malade. Ajoutons à cela que l'acide sulfhydrique est un des agents qui contribuent le plus à amoindrir l'hématose, et nous aurons suffisamment prouvé pourquoi l'action du bain de piscine est infiniment différente de celle du bain ordinaire.

Si nous faisons le même calcul pour les étuves

souterraines, nous trouverons que, tandis que 82 litres d'air extérieur à 16° contiennent 17 lit. 05 d'oxygène, 82 litres à 35°80 équivalent à 76 lit. 49 d'air à 16°, qui contiennent 14 lit. 87 d'oxygène. C'est donc 2 litres d'oxygène de moins qui auraient passé par les poumons du malade après un quart d'heure de séjour.

L'air des galeries souterraines dans lesquelles circulent les sources est aussi plus pauvre en oxygène que l'air extérieur ; mais sa composition varie d'un point à l'autre, parce que l'air des galeries dans lesquelles circule l'eau froide se mêle avec celui des autres galeries d'une manière assez irrégulière. C'est pour cette raison que je ne rapporte pas ici les analyses que j'en ai fait. Les résultats de ces analyses diffèrent trop les uns des autres pour qu'on en puisse déduire la composition moyenne de l'atmosphère de ces galeries.

En traitant de l'action qu'exerce sur les malades l'atmosphère des piscines, étuves, etc., je ne me suis préoccupé que de la diminution que doit éprouver l'hématose pendant le séjour qu'on y fait.

J'ai montré que cette diminution devait être considérable; mais je n'ai pas perdu de vue que ce n'est pas elle seule qui peut servir à expliquer les effets qu'on obtient de ce genre de médication. La diminution qu'éprouvent la transpiration pulmonaire et la transpiration cutanée dans ces chambres, où l'air est littéralement saturé de vapeur d'eau, n'est pas étrangère à l'effet qu'éprouvent les malades. L'éva-

poration de l'eau n'ayant plus lieu à la surface du corps dans ses conditions normales, il en résulte une élévation de température qui, jointe au séjour dans un lieu très-chaud par lui-même, rend très-bien compte des sueurs abondantes qu'éprouvent les malades au sortir du bain, de la douche ou de l'étuve.

Le séjour dans les galeries souterraines de Luchon, qui sont de véritables étuves sèches, est moins pénible que celui qu'on peut faire dans les étuves humides. Dans les étuves sèches, on est surtout incommodé par la haute température à laquelle on est soumis, 35° environ, et par l'action qu'exerce sur l'économie un air pauvre en oxygène et riche en acide sulfhydrique. Il m'est arrivé souvent de séjourner dans ces galeries pendant cinq à six heures consécutives pour y étudier les eaux à leur griffon. Quand je sortais de cette enceinte très-chaude, j'éprouvais souvent un peu de malaise, quelques vertiges et toujours une lassitude très-prononcée. J'étais poursuivi ensuite, pendant deux ou trois jours, par une odeur sulfureuse que des bains d'eau pure ne faisaient pas disparaître, et qui provenait évidemment du soufre que j'avais absorbé sous forme gazeuse par les poumons. Il m'est arrivé souvent d'éprouver des épistaxis qui n'offraient aucune gravité.

Je conclus, de tout ce qui précède, que l'action de l'air, chargé de vapeurs sulfureuses sur les organes respiratoires, constitue un moyen puissant

dont les médecins pourront tirer un excellent parti. On serait pourtant dans l'erreur si l'on pensait que toutes les eaux sulfureuses des Pyrénées sont propres à fournir une atmosphère de la nature de celles dont j'ai rapporté les analyses. Les eaux très-altérables, qui émettent continuellement de l'acide sulfhydrique dans l'air, sont seules dans ce cas. Sans doute, toutes les eaux sulfureuses absorbent l'oxygène de l'air; mais il est incontestable que quelques-unes d'entre elles jouissent d'une stabilité qu'on ne trouve pas chez les autres, et agissent, par conséquent, sur l'atmosphère avec plus de lenteur. On ne s'expliquerait pas sans cela pourquoi les eaux de Bagnères-de-Luchon et d'Ax donnent des dépôts de soufre sur la voûte de leurs réservoirs ou de leurs conduits, tandis que celles de Baréges, Cauterets, Bonnes, etc., n'en fournissent pas.

Nous chercherons la cause de ce dégagement d'acide sulfhydrique quand nous traiterons du blanchiment.

DE L'ACTION THÉRAPEUTIQUE DES EAUX DE BAGNÈRES-DE-LUCHON.

Bagnères-de-Luchon possédant des sources nombreuses, dont la température et la richesse en sulfure de sodium sont très-variées, il est évident,

à priori, qu'on pourra obtenir par leur usage la guérison d'un grand nombre de maladies; j'ai signalé plus haut, en parlant de l'action des eaux sulfuré-sodiques en général, les affections qu'on traite avec succès dans presque tous les établissements thermaux des Pyrénées; les eaux de Bagnères-de-Luchon, considérées dans leur ensemble, pourront être utilisées dans le traitement de la plupart de ces affections; cependant il est nécessaire de faire connaître la nature de celles qu'on y guérit le plus souvent et le plus sûrement, et d'indiquer ainsi ce qui constitue en quelque sorte la spécialité de Luchon.

Campardon (1), qui exerça la médecine dans cette localité pendant plus de trente ans, a constaté l'efficacité de ces eaux dans le traitement des rhumatismes, des affections de la peau, des engorgements lymphatiques, des catarrhes pulmonaires chroniques, de l'asthme, de la phthisie muqueuse, des raideurs des tendons et des ligaments à la suite des luxations et des fractures, des ulcères simples ou compliqués de fistules et de carie, des suites de plaies d'armes à feu, de la chlorose, des coliques néphrétiques et des autres maladies des voies urinaires. Campardon cite entre autres l'observation d'une dame qui aurait été guérie d'une phthisie bien confirmée.

L'honorable inspecteur de ces eaux minérales,

(1) Mémoire sur les eaux minérales et les bains de Bagnères-de-Luchon. *Journal de Médecine*, 1763.

M. Barrié, les a employées avec succès pour combattre (1) :

La diathèse scrofuleuse et ses diverses manifestations (gonflements articulaires, tumeurs blanches, ophthalmies, ulcères... etc.) ;

Les affections rhumatismales chroniques (rhumatismes articulaires, rhumatismes musculaires, certaines paralysies, dites rhumatismales) ;

Les affections de la peau (eczémas, impétigo, pityriasis, prurigo, psoriasis, ichtyose, lupus, estiomène, etc.).

Parmi les affections des membranes muqueuses que l'on a rattachées au vice herpétique, M. Barrié signale la pharyngite granuleuse ou folliculeuse, qui, d'après plusieurs médecins, et M. Chomel en particulier, se produit souvent sous l'influence de la diathèse dartreuse, comme une maladie rebelle contre laquelle les eaux sulfureuses seules ont une certaine efficacité. Les maladies de la peau avec lesquelles coïncide ordinairement la pharyngite granuleuse, sont l'eczéma et l'acné ; cette maladie peut aussi apparaître sous l'influence de causes toutes locales, telles que les efforts de chant et l'usage immodéré du tabac à fumer.

Les eaux de Luchon, en boisson et en gargarisme.

(1) J'ai emprunté ces détails à l'excellente thèse de M. André Barrié, jeune médecin plein de savoir et de modestie, qui a résumé dans son travail les résultats de la longue pratique de son père

sont très-avantageuses dans cette maladie. Si les granulations sont déjà volumineuses, on ajoutera à l'usage des eaux quelques cautérisations faites, de temps en temps, avec le nitrate d'argent.

La source du Pré, découverte depuis deux ans à Bagnères-de-Luchon, paraît surtout fournir les eaux convenables au traitement de la pharyngite granuleuse; c'est du moins ce qui paraît résulter des observations faites par M. Barrié sur les malades nombreux qui viennent chaque saison à Luchon, pour retrouver la souplesse et le timbre clair de leur voix. Cette source semblerait, par ses vertus, se rapprocher de celle de la Raillère à Cauterets, tant et si justement vantée.

L'application des eaux de Luchon est contre-indiquée toutes les fois que l'état aigu persiste encore. Aussi sera-t-il toujours utile de combattre, au préalable, l'excès d'irritation locale par des bains émollients, des fomentations émollientes, etc. C'est dans les dermatoses franchement chroniques, sans exacerbations irritatives, chez les sujets lymphatiques, que le traitement sulfureux réussit le mieux. Lorsque, sous l'influence de l'excitation produite par le modificateur sulfureux, survient une recrudescence aiguë, on doit cesser le traitement et le remplacer par les émollients.

Les eczémas sont l'une des manifestations dermatosiques que l'on rencontre le plus souvent aux eaux sulfureuses; toutes les variétés y sont traitées avec avantage. L'ancienneté de la maladie, les dis-

positions individuelles des malades, la force, la chronicité, l'intensité des éruptions, seront les causes qui détermineront certaines modifications dans le mode d'administration des eaux et dans la durée du traitement, qui, en général, est de vingt-cinq à cinquante jours, mais auquel il faut revenir de temps à autre pour éviter les récidives.

Comme c'est à l'action altérante du soufre; bien plus qu'à l'excitation thermale localisée, qu'est due la guérison, les bains tempérés sont préférés en général dans le traitement des dartres. C'est ainsi que, pour Bagnères-de-Luchon, les sources d'Etigny, Ferras, Richard, la Blanche, la Reine, nous paraissent mériter le plus souvent la préférence.

Quand la maladie est étendue et disséminée, l'action des étuves aura un certain avantage. Les eczémas très-invétérés se trouvent mieux des bains de piscine; les douches associées aux bains, aux étuves, rendent leur action locale plus énergique et hâtent le retour de la surface cutanée à l'état normal. Enfin l'usage interne de l'eau à dose altérante devra, dans bon nombre de cas, être combiné avec le mode précédent. Quand la manifestation dartreuse est implantée sur un sujet scrofuleux, rhumatisant ou syphilitique, elle reçoit de cette connexion morbide des caractères qui modifient son aspect, augmentent sa gravité et deviennent, par contre, la source d'indications particulières.

C'est ainsi que, dans le premier cas, on associera aux eaux les amers, les toniques; dans le second,

on préfèrera un degré de thermalité plus élevé ; et enfin, quand l'affection dartreuse sera gouvernée par le virus syphilitique, il faudra, en première ligne, placer le traitement hydrargyrique.

Ces réflexions s'appliquent d'une manière générale aux autres dermatoses sécrétantes. L'herpès, l'acné, la mentagre n'offrent guère à signaler que la difficulté de leur guérison dans bon nombre de cas où les maladies sont entretenues par des écarts de régime.

Les dermatoses non sécrétantes ou sèches ne paraissent pas exiger les mêmes précautions que les dartres humides. Sur une surface sèche, on peut appliquer impunément des eaux très-actives que ne supporterait pas une surface sécrétante dénudée. Le psoryasis, l'ichtyose exigent, en général, un traitement énergique, une excitation violente pour modifier l'état de la peau ; c'est dans ces cas qu'à Luchon on devra employer de préférence les eaux de la source de la Reine, de Bordeu et de la Grotte inférieure.

M. Barrié a vu aussi que les eaux de Bagnères-de-Luchon constituent un adjuvant précieux dans le traitement de certains accidents syphilitiques. J'entrerai un peu plus loin dans quelques détails à cet égard. Les quatre groupes d'affections chroniques dont nous venons de parler ne sont pas les seuls que l'on rencontre à la station thermale de Luchon.

Les laryngites, les bronchites chroniques, les

affections catarrhales de la vessie et des reins seront traitées assez souvent avec succès par les eaux provenant des sources les plus faibles. Les roideurs articulaires analogues à celles produites par le rhumatisme chronique, mais consécutives à des fractures, des luxations anciennes; les paraplégies, les hémiplégies, les cachexies chlorotiques ou autres; enfin, et surtout, les leucorrhées, qui ne tiennent pas à une lésion grave de l'utérus, reçoivent assez fréquemment, de l'action des eaux, une influence bienfaisante qui les mène vers la guérison.

Ne pouvant entrer dans la description de ces maladies nombreuses, je donnerai ici, à titre de renseignements, un résumé statistique des affections chroniques observées à Luchon par M. Barrié pendant une période de dix ans.

Le chiffre des *maladies cutanées*, telles que eczéma, psoryasis, pityriasis, acné, impetigo, etc., s'élève à 1,020, dont 889 avaient été soumises à des traitements prolongés; 440 ont été guéries complètement, 310 ont subi une amélioration notable, 270 n'ont pas été guéries.

Dans la même période, se sont rencontrés 1,200 malades affectés de *rhumatisme chronique*, articulaire ou musculaire, dont 953 avaient reçu des soins éclairés dans l'état aigu ou subaigu. Le traitement a eu pour résultat 475 guérisons, 145 insuccès et 580 améliorations notables.

Les *maladies scrofuleuses* figurent pour 1,317

cas, dont 484 guérisons, 244 insuccès, et 589 améliorations.

Sur 125 cas relatifs à des *otites*, des *ophthalmies*, atteignant des sujets scrofuleux, M. Barrié trouve 45 guérisons, 47 améliorations et 34 insuccès.

Les *névralgies sciatiques*, crurales, etc., donnent le chiffre de 220, sur lesquels on note 80 guérisons, 90 améliorations et 50 insuccès.

80 cas d'*aménorrhée*, de *leucorrhée* et de *chlorose* ont produit 45 guérisons, 35 améliorations, sans insuccès complet.

Sur 115 *gastralgies*, 35 ont été guéries, 34 améliorées, et 45 n'ont retiré aucun profit de l'emploi des eaux.

De 200 *bronchites* ou catarrhes pulmonaires chroniques, on trouve 65 guérisons, 50 améliorations, 84 insuccès.

Sur 210 affections paralytiques, *hémiplégies*, *paraplégies*, *myélites* chroniques, M. Barrié n'a obtenu que 23 guérisons, 77 améliorations et 110 insuccès.

Enfin, le nombre des *néphrites* et catarrhes de la vessie a été de 85, sur lesquels 17 ont guéri, 37 ont été améliorés et 31 sont restés dans le même état.

En faisant de ces nombreux faits deux groupes, l'un relatif aux quatre maladies que M. Barrié a surtout envisagées dans cette thèse, et l'autre aux affections diverses, on trouve, pour le premier groupe, le résultat suivant :

Sur 3,534 malades :

1,299 guérisons,
1,349 améliorations,
659 insuccès.

Pour le deuxième groupe, sur 1,035 malades :

310 guérisons,
370 améliorations,
354 insuccès.

Si l'on considère que tous ces malades, qui sont venus réclamer l'influence salutaire des eaux, avaient, en général, épuisé tous les traitements, on ne pourra s'empêcher de reconnaître que les eaux sulfureuses de Bagnères-de-Luchon ont une action marquée, je dirai presque spéciale, pour la guérison des affections scrofuleuses, rhumatismales et dartreuses; que les autres maladies chroniques, telles que les bronchites, leucorrhées, ophthalmies, gastralgies, paralysies, etc., sont aussi souvent guéries ou du moins améliorées par l'usage des eaux des diverses sources, employées à leurs différents degrés de thermalité et de minéralisation, et dirigées, dans leur administration, par une main habile et expérimentée.

D'après M. Fontan (1), les maladies dans le traitement desquelles les eaux de Bagnères-de-Luchon réussissent le mieux, sont, outre les bronchites chroniques simples ou liées aux affections cutanées :

(1) *Recherches sur les eaux minérales des Pyrénées, de l'Allemagne*, etc., p. 377 et suiv. 2e édition. 1853.

1° Les affections cutanées; et, parmi celles-ci, les eczéma chroniques rebelles, locaux ou généraux, les lichens, les prurigo, les impétigo et même l'éléphantiasis des Grecs, ou la lèpre tuberculeuse au premier et au deuxième degré.

2° Les blépharites herpétiques qui avaient résisté à toute espèce de traitement, et les blépharites et ophthalmies scrofuleuses.

3° Les ganglionites scrofuleuses avec ou sans ulcérations, soit que les tumeurs eussent le volume d'une noisette ou celui du poing.

4° Les caries scrofuleuses des doigts ou des orteils, du carpe ou du tarse, bornées et profondes, superficielles et étendues.

5° Les nécroses du cubitus ou du péroné, du radius ou du tibia. M. Fontan a vu des séquestres se détacher dans moins d'un mois, qui étaient comme encastrés dans les chairs depuis plus d'une année.

6° Les affections syphilitiques au 2e et 3e degré. Comme adjuvant du traitement mercuriel ou ioduré, les eaux minérales sulfureuses sont appelées à rendre des services éminents à la thérapeutique, quand ces moyens seuls ont échoué, surtout aux malades chez lesquels cette affection se complique de lymphatisme ou d'herpétisme. Je proteste de toutes mes forces, dit M. Fontan, contre la sentence de Bordeu, qui voulait que Vénus ne fût pas de moitié dans les blessures que Mars aurait produites, pour que les eaux sulfureuses eussent toute leur efficacité.

Il signale aussi un fait de la plus haute impor-

tance : c'est que les malades ne salivent jamais, quand ils suivent un traitement mercuriel, en faisant usage des eaux sulfureuses de Luchon en boissons et en bains, et que les malades qui salivent, en arrivant, à la suite d'un traitement mercuriel, sont bientôt guéris par l'usage de ces eaux, et qu'ils peuvent, après quelques jours, reprendre ce traitement sans que l'accident se reproduise.

M. Fontan pense que cette action importante et si utile se passe dans les autres établissements thermaux, mais peut-être avec moins d'énergie.

L'on voit aussi chez des malades, ayant eu une ancienne affection syphilitique, guéris en apparence des symptômes primitifs, mais toujours restés maladifs depuis, ces symptômes se reproduire par l'action des eaux, et guérir ensuite complètement avec le retour à une santé parfaite par un traitement antisyphilitique bien fait pendant et après l'usage des eaux thermales.

Les cystites chroniques, herpétiques ou autres, suites d'affections blennorrhagiques, en éprouvent de bons effets.

7° Les affections rhumatismales chroniques avec engorgement des tissus blancs qui entourent les articulations (et après avoir résolu, s'il en existe, les hydropisies au moyen des médicaments spéciaux comme les vins ou teintures de colchique et les applications de vésicatoires, ou mieux les sachets dégageant de l'ammoniaque au moyen du chlorhydrate d'ammoniaque et la chaux, au milieu de pou-

dres aromatiques), ainsi que les fausses ankyloses et les rétractions musculaires qui en résultent.

M. Fontan a guéri aussi de fausses ankyloses ou tumeurs blanches rhumatismales du cou qui avaient dévié la face en déformant le cou, et avaient produit une espèce de torticolis qui ressemblait à celui produit par les rétractions des sterno-mastoïdiens, mais qui cessaient très-bien sans la section de ces muscles, à l'aide des bains et des douches de Luchon.

8° La résolution de tumeurs abdominales mésentériques de plusieurs décimètres de long sur plus d'un décimètre d'épaisseur.

9° Les entérites chroniques, avec diarrhée non tuberculeuse, rebelles, résistant à tout remède, ont été guéries à Luchon, après plusieurs mois et plusieurs années de durée.

10° Des vomissements rebelles durant depuis plusieurs années, avec ou sans lésion organique appréciable.

11° Des métrites chroniques avec subinflammation et engorgement chronique, après que les ulcérations, s'il en existait, avaient été cautérisées; car, avant la guérison des ulcérations, ces eaux sont trop irritantes. M. Fontan a vu, après la guérison de ces affections, des femmes, qui étaient stériles depuis un jusqu'à dix ans, devenir mères de deux à six mois après leur retour dans leur famille; mais, en général, du deuxième au quatrième mois.

12° Des névralgies rebelles, surtout les névralgies faciales et sciatiques, pouvant être liées à quelque affection syphilitique, rhumatismale ou herpétique, ont été soulagées ou guéries, notamment après les émissions sanguines locales abondantes, avec les ventouses ou les sangsues, et l'usage des bains émollients, même au cœur de l'hiver, avec plusieurs centimètres de neige.

13° Les paralysies, et surtout les paraplégies liées à des affections rhumatiques portées sur la colonne vertébrale ou sur les enveloppes de la moelle, obtiennent d'excellents résultats à Luchon. M. Fontan a même guéri plusieurs paraplégies résultant de caries vertébrales qui ont été complètement arrêtées par l'usage des eaux.

M. Constantin James croit aussi que certaines dermatoses, certains accidents syphilitiques guérissent mieux à Luchon que partout ailleurs; il fait observer, avec raison, que ces eaux n'agissent pas seulement par le soufre qu'elles renferment, mais qu'une partie des bons effets qu'elles produisent dans le traitement des affections de la peau doit être attribuée à leur alcalinité (1). Or, par une association des plus heureuses, dit-il, les sources de Luchon sont à la fois les plus sulfureuses et les plus alcalines des Pyrénées. Ceci semble contredire ce que j'ai avancé relativement à la faible alcalinité des eaux de Bagnères-de-Luchon. Mais si l'on veut

(1) *Loc. cit.*, p. 108.

bien se rappeler que le sulfure de sodium possède une réaction alcaline presque aussi forte que la soude caustique, on verra qu'en effet les eaux des Pyrénées qui sont les plus sulfureuses doivent aussi être les plus alcalines.

Il résulte des observations de MM. Dassier (1), Constantin James (2), Barrié (3), Fontan (4), Pégot (5), etc., que les eaux de Luchon ont une puissance des plus réelles et des plus efficaces contre les maladies vénériennes;

1° Qu'elles facilitent la tolérance du mercure, en prévenant ou en guérissant la salivation;

2° Qu'elles tendent à neutraliser les fâcheux effets déterminés dans tout le système par un emploi abusif des préparations mercurielles, ou par les progrès de la maladie elle-même;

3° Que, combinées avec les antisyphilitiques directs, elles aident fortement leur action dans la cure des symptômes secondaires, tertiaires et quaternaires;

4° Qu'elles mettent souvent en évidence divers symptômes d'une affection syphilitique latente, et qu'en donnant la preuve de la nécessité d'un nou-

(1) *Journal de Médecine, Chirurgie et Pharmacie de Toulouse*, pag 19, 1851.

(2) *Guide pratique aux eaux minérales de France, de Belsique, de Suisse*, etc., pages 108 et suivantes.

(3) Thèse citée.

(4) *Loc. cit.*, pag. 380 et suiv.

(5) Mémoire lu à l'Académie de Médecine. 1853.

veau traitement elles préviennent des accidents ultérieurs plus graves et même parfois incurables.

En résumé, c'est surtout contre les affections cutanées, rhumatismales et scrofuleuses que les eaux de Luchon réussissent le mieux ; elles sont aussi un puissant auxiliaire dans le traitement de certains accidents de la syphilis.

Un médecin fort distingué de Bagnères-de-Luchon, M. Spont, résumant les indications de ses devanciers (1), a fait observer, avec raison, que toutes les variétés de rhumatisme chronique ne peuvent pourtant pas être traitées avantageusement à Bagnères-de-Luchon. C'est un fait sur lequel les praticiens paraissent être d'accord. Les rhumatismes chroniques, à caractères nerveux, très-prédominants, sont traités avec plus de succès par les eaux moins excitantes de Saint-Sauveur, de Cauterets ou du Vernet. Les eaux de Luchon conviennent au contraire éminemment chez les individus lymphatiques et peu impressionnables, lorsque le rhumatisme se rattache à un état de faiblesse, soit locale, soit générale; c'est surtout dans ces circonstances qu'il est nécessaire de recourir aux eaux les plus toniques et les plus excitantes.

Les eaux de Luchon exercent une triple action contre le rhumatisme ; elles attaquent la diathèse

(1) *Essai pratique sur les maladies avantageusement traitées par les eaux sulfureuses de Bagnères-de-Luchon*, par M. Spont. 1852.

rhumatismale elle-même, dissipent les engorgements articulaires et les lésions musculaires qui se sont produits sous son influence, et tendent enfin à rendre les récidives moins fréquentes et moins faciles.

Il existe un grand nombre de maladies dans lesquelles l'asthénie ou la débilité générale ou locale joue un grand rôle, et dans le traitement desquelles l'eau de Luchon peut être employée avec utilité ; c'est ce qui a lieu, par exemple, chez les jeunes femmes, faibles et lymphatiques, atteintes d'aménorrhée ou de chlorose. Elle relève le ton des organes digestifs, augmente la somme des forces, et favorise le *molimem hemorrhagicum* vers l'organe utérin. Son association avec les ferrugineux et un régime tonique produit très-fréquemment des guérisons aussi sûres que rapides. Il existe à Luchon et dans les environs des sources naturelles d'eau ferrugineuse dont on tire un grand profit.

Les hydropisies passives, idiopathiques, sont également améliorées par les eaux de Luchon ; mais ces eaux sont contre-indiquées, quan dla collection séreuse est symptomatique d'une lésion du cœur ou des gros vaisseaux.

Nous pourrions en dire autant d'une foule d'autres états morbides, différents quant au nom, mais offrant pour caractères communs l'existence d'un élément atonique ou asthénique, tels que les affections catarrhales chroniques, notamment la bronchorrhée; certaines névroses anciennes de l'esto-

mac, compliquées d'une excessive débilité de cet organe, et produisant l'apepsie ou la dyspepsie, des vomissements rebelles, le pica, etc.; les engorgements passifs du col utérin; la laxité de la peau et des muscles; la cachexie résultant de l'intoxication saturnine; certaines rétentions et incontinences d'urine.

Au contraire, l'état inflammatoire, la disposition aux congestions cérébrales et pulmonaires, l'éréthisme nerveux exagéré, la douleur excessive, constituent des contre-indications absolues ou relatives de l'emploi des eaux de Luchon.

DU BLANCHIMENT DES EAUX DE BAGNÈRES-DE-LUCHON.

J'ai déjà parlé de ce singulier phénomène, qui a depuis longtemps attiré l'attention de tous les savants qui se sont occupés d'une manière générale de l'étude des eaux sulfureuses des Pyrénées; je dirai tout-à-l'heure comment on peut, à mon avis, en donner une explication satisfaisante. Mais je crois devoir, avant de donner mon opinion, faire connaître celles de Bayen, Anglada, et celle de M. Fontan.

Pour Bayen, le blanchiment n'est pas dû seulement à la décomposition du sulfure qui existe dans l'eau, mais il est dû aussi, en partie, à l'action que le carbonate de soude contenu dans l'eau minérale exerce sur les sels calcaires contenus dans l'eau

froide. Bayen affirme, en effet, que l'eau sulfureuse blanchit toujours quand on la mêle avec des parties égales d'eau de la source Froide, tandis qu'elle blanchit difficilement ou même ne blanchit pas du tout quand on n'a pas fait ce mélange. Ce qui prouve, d'après Bayen, que la décomposition du sulfure au contact de l'air n'est pas la seule cause du blanchiment, c'est que le dépôt qu'abandonne l'eau blanche est formé, non-seulement de soufre, mais encore de deux sortes de terre, dont une se dissout dans les acides, tandis que l'autre refuse de s'y dissoudre (1). Ainsi, pour ce chimiste, le blanchiment est dû à deux causes distinctes : 1° la décomposition du sulfure au contact de l'air ; 2° l'action du carbonate de soude contenu dans l'eau thermale sur les sels terreux contenus dans l'eau froide.

Anglada, après avoir rapporté l'opinion de Bayen relativement aux eaux de Luchon, admet que le mélange d'une eau contenant des sels calcaires peut bien déterminer le blanchiment de l'eau sulfureuse ; mais il croit que c'est un cas particulier à celles de Luchon, et que ce phénomène peut s'expliquer d'une manière générale si l'on admet que les sulfures étant exposés au contact de l'air sont décomposés par l'oxygène et l'acide carbonique de celui-ci ; que cette décomposition produit un dégagement constant d'acide sulfhydrique, dégagement qui est favorisé par l'émission de l'azote, et que l'hydrogène de

(1) Bayen, *Opusc.*, page 144.

l'acide sulfhydrique étant brûlé par l'oxygène de l'air, il y a production d'eau et dépôt de soufre (1).

Anglada produit le phénomène du blanchiment sur des eaux sulfureuses artificielles. Il reconnait que ces eaux blanchissent mieux si on fait agir sur elles une quantité d'air limité que si l'air se renouvelle constamment.

M. Fontan admet aussi que l'action de l'air sur le sulfure est la cause du blanchiment; il admet encore que le blanchiment se produit dans l'eau qui a séjourné au contact d'un air limité, tandis qu'il ne se produit pas lorsqu'elle est exposée directement à l'air libre : cependant sa théorie diffère un peu de celle d'Anglada. Pour M. Fontan, en effet, l'acide sulfhydrique, qu'Anglada suppose libre, est, au contraire, combiné au sulfure de sodium, constituant un hydrosulfate de sulfure; l'air qui agit sur ce dernier composé, le détruit en produisant d'abord de l'eau et un polysulfure, et plus tard du carbonate, de l'hyposulfite de soude et un dépôt de soufre.

Dans mon opinion, et d'après mes expériences, il est incontestable que l'air joue un grand rôle dans l'accomplissement de ce phénomène; mais il pourrait bien n'en être pas la seule cause, et ici, comme dans presque tous les cas où il y a discussion entre des savants, chacun de ceux qui ont écrit sur ce sujet aurait raison sur certains points et se serait trompé sur d'autres.

(1) Angl., 6e Mémoire, p. 187.

Il est un point sur lequel tout le monde paraît d'accord ; c'est celui qui consiste à considérer l'air comme jouant un rôle très-important, sinon absolu, dans la production du blanchiment des eaux sulfureuses. Les expériences d'Anglada, celles de M. Fontan, qui n'en sont que la continuation, le témoignage des baigneurs qui n'ont pas manqué d'observer que l'eau du bain blanchit mieux quand elle a été brassée au contact de l'air, et qu'elle tombe déjà blanche par les robinets quand les réservoirs sont presque vides ; enfin, l'observation attentive des faits prouvent qu'en effet l'air contribue pour beaucoup à la production de ce phénomène. Examinons pourtant si le contact de l'air suffit pour expliquer le blanchiment, et si d'autres causes, dont l'influence paraît avoir été méconnue, ne joueraient pas un rôle tout aussi important. Et d'abord le mélange de l'eau froide avec l'eau sulfureuse est-il inutile?

Les expériences d'Anglada et de M. Fontan prouvent que le mélange de l'eau froide avec l'eau sulfureuse n'est pas absolument nécessaire pour que l'eau blanchisse, puisque l'eau de Luchon, exposée seule au contact de l'air dans des conditions convenables, blanchit. Mais il ne faut pas oublier que l'addition de l'eau froide peut favoriser la décomposition de l'élément sulfureux, non-seulement par la décomposition des sels de chaux, de magnésie et d'alumine qu'elle renferme, mais aussi et surtout par l'air qu'elle tient en dissolution. Il est évident, en effet, que la proportion d'oxygène contenue dans

ce mélange est plus grande, proportionnellement au sulfure, que dans l'eau sulfureuse pure, et que la production du polysulfure et du blanchiment doit être plus rapide quand l'eau sulfureuse a été ainsi mélangée. Le rôle des sels de chaux et de magnésie a été considéré comme nul par tous les auteurs qui ont suivi Bayen et Anglada. Je crois, en effet, que ce rôle est bien secondaire, mais je ne suis pas convaincu de sa nullité; si l'on se rappelle, en effet:

1° Que l'eau de la source froide contient réellement des sels de chaux et de magnésie;

2° Qu'une eau sulfureuse étant exposée à l'air fournit du carbonate et du silicate de soude;

3° Que, d'après Bayen, le précipité qui cause la lactescence de l'eau est composé de soufre, de matière organique et de *deux terres*, dont l'une est *soluble dans les acides,* et l'autre insoluble;

4° Que, d'après M. Fontan (et ce fait est confirmé par mes essais), le dépôt que fournit l'eau blanche contient de l'acide silicique libre;

On sera porté à penser qu'aucune des théories, émises jusqu'à ce jour, ne peut, à elle seule, expliquer d'une manière satisfaisante les faits que l'on observe.

Nous avons vu, plus haut, les objections que l'on peut faire à la théorie de Bayen : examinons successivement celles d'Anglada et de M. Fontan.

Si la théorie d'Anglada est vraie, on ne voit pas pourquoi les eaux sulfureuses de Bagnères-de-Luchon sont les seules qui blanchissent. En effet,

les autres sources des Pyrénées renfermant le même élément sulfureux, laissant dégager de la même manière de l'azote libre, contenant de l'air dissous dans les mêmes proportions, et étant exposées à l'action d'un air limité dans les réservoirs et de l'air libre dans les baignoires, devraient blanchir aussi ; et pourtant cela n'a lieu que pour un petit nombre d'entre elles, et encore n'est-ce jamais à un degré aussi prononcé que pour celles de Luchon. Ce phénomène a été observé par M. Fontan ; et à Ax, Anglada a bien observé le blanchiment de celle de Moligt, mais il l'attribue à une cause accidentelle (le réservoir de la source qui se montra blanche avait été récemment enduit à l'intérieur d'un mélange de brique pilée et de graisse).

M. Fontan n'hésite pas à considérer le phénomène décrit par Anglada comme étant de même ordre que celui qui se passe à Luchon ; et pourtant, d'après ce dernier chimiste, l'eau se troublait pendant son refroidissement, non-seulement au contact de l'air, mais encore *dans un flacon fermé hermétiquement*, et il suffisait de chauffer une portion du liquide troublé pour lui voir reprendre aussitôt toute sa transparence. Ces dernières circonstances ne s'accordent guère avec l'opinion de M. Fontan : elles sont plus favorables à celle d'Anglada.

Les eaux de Luchon et d'Ax sont donc les seules sur lesquelles le blanchiment ait été constaté d'une manière incontestable : ce n'est que par exception qu'il a été observé ailleurs.

Dans un petit voyage, pendant lequel j'ai visité successivement Baréges, Saint-Sauveur, Cauterets, Bonnes, les Eaux-Chaudes, Labassère et Gazost, j'ai recueilli, avec le plus grand soin, des renseignements relatifs au blanchiment des eaux, et j'ai acquis la certitude qu'il y est parfaitement inconnu ; et, pourtant, dans les quatre premières localités, l'eau passe dans des réservoirs où elle est en contact avec un air limité, et de là dans des baignoires où elle reçoit le contact de l'air libre. A Baréges, où l'eau qui arrive dans les piscines a subi l'influence prolongée de l'air, elle acquiert la couleur jaune verdâtre du polysulfure, et ne blanchit jamais.

Les eaux d'Ax et de Bagnères-de-Luchon laissent déposer du soufre sur les parois de leurs réservoirs et de leurs conduits, dans les portions qui ne sont pas immergées ; celles de Baréges, Cauterets, Saint-Sauveur, etc., n'en laissent pas déposer. Le phénomène du blanchiment et celui de la précipitation du soufre dans la partie supérieure du réservoir me paraissent donc liés l'un à l'autre. Le deuxième indique, d'une manière évidente, que les eaux sur lesquelles il se produit émettent, dans un temps donné, plus d'acide sulfhydrique que d'autres ; car ces dépôts de soufre, dans des endroits que l'eau n'atteint jamais, ne peuvent s'expliquer que par l'action de l'air sur ce gaz. En tenant compte de la concommittance de ces phénomènes, on eût pu dire, *à priori*, que les eaux qui les présentent seraient celles qui se montreraient le plus altérables ; et c'est,

en effet, ce que l'expérience a constaté. Mais cette altérabilité est devenue, par ce seul fait, une chose précieuse (1).

Puisque les eaux qui laissent déposer du soufre sont précisément celles qui blanchissent, on ne s'étonnera pas si j'admets, avec Anglada, que l'acide sulfhydrique, qui est constamment mis en liberté dans ces dernières, est la cause du blanchiment.

La théorie d'Anglada n'explique pas pourquoi les eaux de Luchon et d'Ax blanchissent, et pourquoi celles de beaucoup d'autres localités ne présentent pas ce phénomène. Si ce dégagement d'acide sulfhydrique était provoqué seulement par l'air ou par l'azote qui se dégage des eaux, on devrait l'observer surtout sur les eaux qui laissent dégager le plus d'azote ; et celles de Luchon ne sont pas, à beaucoup près, les plus remarquables sous ce rapport (2).

Ce dégagement d'acide sulfhydrique, qui est plus considérable dans les eaux qui blanchissent, doit

(1) Car elle permet d'obtenir à volonté, avec la même eau (suivant qu'on l'a maintenue à l'abri de l'air, ou qu'on lui a permis de s'altérér par son contact), des bains d'une activité remarquable et des bains dépourvus de toute propriété excitante. Les bains d'eau blanche ne sont certainement pas inactifs ; les malades y sont plongés dans un véritable lait de soufre, et le soufre divisé, comme il l'est dans cette circonstance, doit avoir une action beaucoup plus efficace que dans son état ordinaire.

(2) Celles de Barzun, à Baréges, et celles de Saint-Sauveur laissent dégager beaucoup plus de gaz.

donc se lier à des différences de composition que l'analyse pourra constater.

J'ai dit, dans la première partie de ce livre, que les eaux de Luchon contenaient de l'acide silicique libre; celles d'Ax sont aussi très-riches en silice. La silice et les sulfures alcalins se décomposent mutuellement au contact de l'eau et à une température élevée, en donnant lieu à un dégagement d'acide sulfhydrique et à la formation de silicate de soude. L'acide carbonique doit aussi, sans aucun doute, intervenir dans la décomposition du sulfure au contact de l'air; mais son action n'est pas suffisante pour produire de l'eau blanche, puisqu'on n'en voit ni à Cauterets ni à Baréges.

J'admets donc que l'eau qui doit blanchir se décompose en donnant de l'acide sulfhydrique et du carbonate ou du silicate de soude; que cet acide sulfhydrique est décomposé par l'air avec production d'eau et de soufre; que, dans un air limité, la majeure partie du soufre s'unit au sulfure non décomposé pour produire un polysulfure qui sera décomposé à son tour, jusqu'à ce qu'enfin tout le sodium étant brûlé et converti en sels de soude, le soufre se sépare sous cette forme émulsive qu'ont décrite MM. Sobrero et Selmi.

L'acide silicique, en excès, se dépose alors en partie avec le soufre, et reste suspendu, comme lui, peut-être à la faveur de la matière organique, peut-être aussi parce qu'il peut, comme le soufre, présenter le phénomène d'une pseudo-solution. Les

sels de chaux, de magnésie et d'alumine contenus dans l'eau froide produisent, avec l'eau sulfureuse décomposée, des carbonates et des silicates insolubles qui viennent contribuer, pour une part, faible sans doute, mais bien réelle, à la production du blanchiment.

Telle est, à mon avis, la théorie la plus rationnelle du blanchiment des eaux de Luchon. Ce qui prouve que ce phénomène ne tient pas à des causes accidentelles, à une disposition particulière des réservoirs ou des conduits, c'est qu'il s'est maintenu depuis 1754 jusqu'à ce jour, quoique l'on ait changé la disposition des galeries, bouleversé le sol, déplacé les sources, fait de nouveaux réservoirs, etc. Il dépend donc de la nature de l'eau, et je suis fermement convaincu que les eaux qui sont susceptibles de blanchir n'ont pas la même composition chimique que celles qui ne blanchissent pas.

Ma théorie ne diffère de celle d'Anglada qu'en ce que je fais jouer aux acides silicique et carbonique le rôle qu'il fait jouer à l'oxygène et à l'azote; elle diffère de celle de M. Fontan en ce que je n'admets pas que l'acide sulfhydrique, qui subit l'action de l'air, préexiste dans l'eau sous la forme de sulfhydrate, et en ce que je fais jouer à l'acide silicique un rôle très-important.

Si la théorie de M. Fontan, telle qu'il l'a développée, était exacte, l'eau blanche devrait contenir une forte proportion d'hyposulfite de soude, tandis qu'il est facile de s'assurer qu'elle n'en contient pas

plus que les autres. Ces faits sont parfaitement d'accord avec ma théorie qui n'exige pas la formation de ce sel, mais qui peut admettre sa production, en quantité minime, comme une réaction secondaire et de peu d'importance pour expliquer le blanchiment.

EAUX SULFUREUSES DU DÉPARTEMENT DES HAUTES-PYRÉNÉES.

CAUTERETS.

Les eaux thermales de Cauterets jouissent depuis longtemps d'une réputation considérable et bien méritée. On trouve dans cette localité des sources nombreuses dont la température, la richesse en principe sulfureux et l'alcalinité sont très-variées. Malheureusement, quelques-unes d'entre elles naissent à une distance assez considérable de la ville; ce qui peut, dans certains cas, être un grave inconvénient.

Voici, d'après M. Buron, la hauteur relative des principaux établissements de Cauterets :

Sources de l'est.	Place de Cauterets.	933 mèt.
	Péristyle du grand établissement. . .	944
	La terrasse des bains de Pose.	1,048
	La porte de la source du Vieux-César. .	1,057

Sources du midi.	Place de Cauterets.	933
	La terrasse de la Raillère.	1,049
	Les bains du Petit-Saint-Sauveur. .	1,065
	Les bains du Pré. .	1,075
	La grotte de Mahourat.	1,102
	La galerie des bains du Bois.	1,147

De l'éloignement des sources est née la nécessité de fonder plusieurs établissements distincts, dont chacun est alimenté par des sources particulières. Cet solement des divers groupes de sources, dans des établissements particuliers, est une chose avantageuse, en ce sens que chacun d'eux a pu être approprié d'une manière toute spéciale aux divers modes balnéaires que la pratique a reconnu les plus convenables.

Considérées dans leur ensemble, les sources de Cauterets jouissent de propriétés physiques et chimiques fort analogues à celles de Bagnères-de-Luchon; elles s'en distinguent pourtant, comme on e verra bientôt, par la proportion beaucoup moindre de sulfure de sodium qu'elles contiennent. Quoique tout aussi altérables que les eaux de Luchon, elles laissent dégager beaucoup moins d'acide sulfhydrique. Il suffit, pour s'en convaincre, d'examiner leurs conduits et leurs réservoirs : on n'y voit nulle part le moindre dépôt de soufre. Certaines sources laissent déposer, quand elles ont reçu

le contact de l'air, une quantité notable de barégine. Les eaux de Cauterets m'ont paru riches en matière organique, et peut-être est-ce à cette substance qu'il faut attribuer les propriétés particulières que les praticiens ont depuis longtemps reconnues à certaines sources de cette station thermale (la Raillère). Ces eaux sont riches en silice, quoique moins que celles de Luchon; elles sont, au contraire, pauvres en chlorure de sodium. Les principaux produits de l'altération que subissent les eaux de Cauterets, quand elles sont en présence de l'air, m'ont paru consister en carbonate, silicate et hyposulfite de soude. Ces eaux, lorsqu'elles sont partiellement dégénérées, sont riches en hyposulfite de soude; ce qui s'explique aisément, puisque l'élément sulfureux ne se dissipant qu'en minime partie sous forme gazeuse subit au sein de l'eau elle-même la combustion qui le transforme en hyposulfite.

D'après M. Longchamps, un litre d'eau de la Raillère renferme :

Sulfure de sodium. .	0 gr.	019400
Sulfate de soude. . .	0	044347
Chlorure de sodium.	0	049576
Silice.	0	061097
Chaux.	0	004487
Soude caustique. . .	0	003396
Barégine.		
Potasse caustique.		traces.
Ammoniaque. . .		
	0 gr.	182743

J'ai fait observer, en parlant de l'analyse des eaux sulfureuses en général, que l'existence simultanée dans un même liquide de la silice libre et de la soude caustique ne pouvait pas être admise ; c'est donc du silicate de soude que contiennent les eaux de Cauterets. Si l'analyse est exacte, ces eaux se distinguent de celles de Bagnères-de-Luchon par l'absence du fer, du manganèse, de l'alumine et de la magnésie.

J'ai réuni dans le tableau ci-contre les résultats des essais sulfhydrométriques de MM. Gintrac, Buron, et ceux que j'ai obtenus moi-même; j'y ai joint, en outre, la détermination de la richesse en chlorures et de l'alcalinité des principales sources.

M. le docteur Daudirac a bien voulu me faciliter les moyens d'exécuter à Toulouse les essais que je n'avais pas pu faire sur les lieux (détermination de la richesse en silice, en chlorures, etc.); je suis bien aise de lui en témoigner ici ma reconnaissance. Si l'on compare les résultats consignés dans ce tableau avec ceux que j'ai exposés relativement aux eaux de Luchon, il sera facile de s'apercevoir que les eaux de Cauterets sont un peu plus riches en carbonates et silicates alcalins ou terreux, mais qu'elles sont beaucoup moins sulfureuses. Cette proportion, un peu plus forte de sels à réaction alcaline, est parfaitement en rapport avec la propriété qu'ont ces eaux de ne laisser dégager que peu d'acide sulfhydrique. Cependant l'expérience montre que la plupart de ces sources éprouvent une altération très-considé-

NOMS des SOURCES	DATES des OBSERVATIONS.	LIEUX DES OBSERVATIONS.	Température.	Quantité de sulfure de sodium dans un litre d'eau	Quantité de chlorure de sodium contenue dans un litre d'eau.	Quantité de carbonate de soude qu'on aurait pu en extraire par litre d'eau	NOMS DES AUTEURS
César vieux . .	1841.	»	48,00	0,0297	»		Gintrac
id	1851	A la buvette.	»	0,0308			Buron.
id.	1850	Près de la source.	48,50	0,0267	0,0638	0,0568	Filhol.
César nouveau. .	1851.	Sous la galerie.		0,0280	0,0277	»	Buron Filhol pour le chlorure)
id	id.	Au bassin d'arrivée.		0,0186	»		id
id.	id.	A la buvette.		0,0179	»		id
id.	id	A la douche	»	0,0177			id
id.	Bain préparé avec les 2 robinets.	»	»	0,0099	»	»	id.
Espagnols. . . .	A son arrivée dans l'établissem		45,00	0,0210	»		Gintrac
id.	1850.	Près de la source	46,20	0,0254	0,0121	0,0337	Filhol.
id	1851.	Eau puisée à 10 mètres du sol.	»	0,0223	»		Buron.
id.	id.	A la buvette.	»	0,0101	»	»	id.
id	id.	A la douche.	»	0,0020		»	id.
id.	id.	Bain préparé avec les 2 robinets.	»	0,0123	»	»	id.
Pause vieux. . .	1841.	»	44,00	0 0272	»	»	Gintrac.
id.	1850.	A la douche	47,50	0,0275		0 0380	Filhol.
id.	1851.	Douche n° 5.		0,0272		»	Buron.
id	id.	Douche n° 7.	»	0,0279	»		id.
id.	id.	Baignoires, cab. n° 10. Bain prep à 37°	»	0,0151			id.
Pause nouveau. .	1841	A la buvette extérieure Source nord.	46,00	0,0285	»		Gintrac
id.	id	A la douche de la source du milieu.	42,50	0,0241	»		id.
id.	1851.	3 sources réunies pour bains.	»	0,0247	»		Buron.
id.	id.	A la buvette.	»	0,0172			id.
id.	id.	A la baignoire n° 10.	»	0,0159		»	id.
id.	id.	Baignoire n° 5 Bain préparé à 38°.	»	0,0147	»		id
La Raillère. . . .	1841.	A la source	39 00	0,0192	»		Gintrac
id.	id.	A la buvette.	38,00	0,0186	»		id.
id.	id.	Au bain n° 9, près de la source.	37,00	0,0178	»	»	id
id.	id.	Au bain n° 22, le plus éloigné.	35,00	0,0124	»		id.
id.	1850.	Au réservoir.	39,00	0 0185	0,0264	0,0385	Filhol.
id.	1851.	Au griffon.	»	0,0199		»	Buron.
id.	id	A la buvette.	»	0,0199	»		id
id.	id.	Cabinet n° 11, robinet chaud.	»	0,0155	»		id
id.	id.	Cabinet n° 22, robinet chaud.	»	0,0125	»	»	id.
id.	id.	Cabinet n° 22, source tempérée.	»	0,0125	»		id.
id.	id.	Aile droite n° 1, dans une baignoire.		0,0125	»	»	id.
Petit St-Sauveur.	1841.	»	30,00	0,0055	»	0,0424	Gintrac Filhol pour l'alcalinité
id.	1851.	»	»	0,0099	»		Buron.
id	id.	Eau de la même source chauffée.	»	0,0149	»	»	id.
Bains du Pré. . .	1841.	»	47,00	0,0223	»	»	Gintrac.
id.	1851.	Buvette.	»	0 0224	»		Buron.
Bains du bois. . .	1841.	Ancienne source.	44,00	0,0161			Gintrac.
id.	1851.	id	41,00	0,0149		0,0402	Buron (Filhol pour l'alcalinité)
id.	1841.	Source nouvelle.	41,00	0,0099	»	»	Gintrac.
id.	1851.	id.	»	0 0161	»	»	Buron
id.	1841.	id.	31,50	0,0053	»		Gintrac.
id.	1851.	S. tempérée.	»	0,0097	»		Buron.
Mahourat. . .	1841.	Buvette	50,00	0,0216			Gintrac.
id.	1850.	id.	49,00	0,0154		0 0256	Filhol.
id	1851.	»	»	0,0149			Buron.
Source des Yeux	1841.	»	39,00	0 0179			Gintrac.
Source aux Oeufs	1841.	Au griffon	55,00	0,0254	»		id.
id.	1850.	id	55,00	0,0192	»	0,0383	Filhol.
Bruzaud. . .	1841.	A la douche	37,50	0,0148			Gintrac
id	1850.	id	37,49	0,0150		0,0668	Filhol.

rable avant d'arriver sur les lieux d'emploi. Je crois pouvoir affirmer que cela dépend probablement moins de la nature même de l'eau que de la manière dont elle est conduite, et je suis convaincu que le jour où l'on voudra ne leur faire parcourir que des tuyaux dont elles remplissent complètement la capacité, ces eaux arriveront beaucoup mieux conservées. Vaudront-elles mieux pour cela? Oui, sans doute si l'on tient à traiter des maladies qui exigent l'action de doses un peu fortes de sulfure de sodium; mais si l'on veut préparer des bains doux, hyposthénisants, riches en hyposulfite et en silicate de soude, ce qu'il y a de mieux à faire c'est de laisser les choses dans l'état où elles sont. Les médecins qui exercent dans la localité peuvent seuls être de bons juges en pareille matière.

Le grand établissement de Cauterets est alimenté par les sources de César et des Espagnols qui prennent naissance sur la montagne appelée Pic-du-Bain, à une hauteur de plus de 300 mètres. Elles sont conduites dans l'établissement par un aqueduc à fleur de terre. Ce long trajet les altère nécessairement, malgré les précautions que l'on prend pour les préserver, autant que possible, du contact de l'air.

L'établissement renferme quatre douches, vingt cabinets et une douche écossaise.

Les sources de César et des Espagnols sont les plus sulfureuses de toutes celles qu'on utilise à Cauterets : ce qui ne veut pas dire que les bains qu'elles

fournissent sont les plus sulfureux. Il suffit de jeter un coup-d'œil sur le tableau précédent pour se convaincre que les bains fournis par l'eau de Pause et de la Railtère sont au moins aussi sulfureux que ceux de César ou des Espagnols. Un bain de 300 litres, préparé avec l'eau des Espagnols, renferme, d'après les données de M. Buron, 3 gr. 690 de sulfure de sodium, tandis qu'un bain de Pause vieux à 34° c. en renferme 4 gr. 530, et que, d'après M. Gintrac, un bain de la Raillère à 35° en contient 3 gr. 720. Malgré cela, les sources de César et des Espagnols sont considérées comme les plus actives, et sont plus particulièrement affectées au traitement des rhumatismes, des scrofules ou des affections de la peau.

Les sources de Pause vieux et de Pause nouveau jaillissent à peu de distance de celles de César et des Espagnols, et sont recueillies dans des bâtiments spéciaux; nous venons de voir qu'elles fournissent des bains au moins aussi sulfureux que ceux de ces dernières sources ; elles passent pourtant pour être moins excitantes. On les utilise pour combattre les affections cutanées, les rhumatismes chroniques, les catarrhes anciens et certains accidents de la syphilis.

La source Bruzaud, qui est recueillie dans un établissement particulier, situé à peu de distance des thermes de la ville, n'arrive sur les lieux d'emploi qu'après avoir subi une altération profonde; elle est plus alcaline qu'aucune autre source de Cau-

terets ; elle est riche en glairine. Cette eau paraît produire de bons effets dans le traitement de certains engorgements du col de l'utérus, de certains embarras de la circulation abdominale à la suite des fièvres intermittentes... etc. : on l'utilise sous la forme de bains, et spécialement sous celle de douches ascendantes.

La plus remarquable des sources de Cauterets est celle de la Raillère. L'eau de cette source jouit, depuis un temps immémorial, d'une grande réputation pour le traitement de certaines affections des voies respiratoires (catarrhes chroniques, affections du larynx, phthisie au premier degré). La source vieille de Bonnes peut seule lui être comparée sous ce rapport; mais l'expérience montre que les eaux de Bonnes sont plus excitantes que celles de la Raillère. A quoi faut-il attribuer cette différence? Est-ce à la proportion un peu plus forte de sulfure de sodium que contiennent les premières? C'est possible; mais j'ai de fortes raisons pour croire que c'est peu probable. Tous les faits que j'ai observés m'autorisent à déclarer que le degré d'excitation que produisent les eaux sulfureuses n'est pas toujours en rapport avec leur richesse en sulfure alcalin. L'action de ce sulfure me paraît être singulièrement modifiée par les autres éléments qui lui sont associés; les eaux de la Raillère, étant plus alcalines et plus riches en matière organique que celles de Bonnes, on conçoit que leur action sur l'économie puisse n'être pas la même. Je ne forme ici que des conjec-

tures, et je les livre à l'appréciation des médecins qui pourront en vérifier le plus ou moins d'exactitude. Disons aussi que le mode d'administration n'est probablement pas étranger à ces différences dans l'activité des deux eaux. Comme l'a très-bien fait remarquer M. Constantin James (1), on prend peu de bains à Bonnes : c'est surtout en boisson qu'on utilise ces eaux ; à Cauterets, au contraire, on fait un usage fréquent des bains et surtout des demi-bains. Pour ces derniers, le malade est assis dans la baignoire, la poitrine et les bras couverts de flanelle, l'eau arrivant jusqu'à l'ombilic. En appelant ainsi le sang à la peau et vers la région sous-diaphragmatique, on tempère le mouvement fluxionnaire que l'usage intérieur de l'eau minérale détermine du côté des poumons. Ce traitement révulsif est encore secondé par les bains de pied qu'on va prendre aux Espagnols.

M. Fontan (2) a observé que les eaux de la Raillère réussissaient mieux que celles de Bonnes chez les personnes un peu pléthoriques, et que les personnes lymphatiques se trouvaient mieux, en général, de l'usage de ces dernières.

L'eau de la source du petit Saint-Sauveur est peu sulfureuse ; elle est assez fortement alcaline, ce qui explique en partie pourquoi son degré sulfhydrométrique est plus fort quand on l'a faite chauffer ·

(1) *Loc. cit.*, p. 76 et suiv.

(2) *Loc. cit.*, p. 413.

l'élévation de température ne suffit pas pour rendre compte de la différence. Cette eau est employée en bains et en douches, et convient particulièrement pour combattre certains rhumatismes nerveux ou certaines affections subinflammatoires de l'utérus.

A une distance de 3 kilomètres environ de Cauterets se trouvent les bains du Bois entretenus par des sources peu sulfureuses. Ce petit établissement renferme quatre cabinets de bains et deux piscines munies de douches. L'alcalinité de ces eaux est à peu près la même que celle du petit Saint-Sauveur. Les bains du Bois réussissent dans le traitement de certains rhumatismes nerveux, contre les syphilides légères qui exigent l'usage d'eaux peu chargées de principe sulfureux.

La source du Pré est aussi utilisée dans le traitement des affections rhumatismales légères.

Quelques maladies chroniques des voies digestives sont traitées avec succès par l'usage (en boisson) de l'eau de la source Mahourat; cette eau paraît être digérée avec plus de facilité que celle de la Raillère, qui est à la fois plus alcaline, plus sulfureuse et plus riche en matière organique.

La source aux Œufs n'est pas utilisée.

Les eaux de César vieux et de la Raillère sont seules exportées. J'ai montré plus haut qu'elles subissent par le transport une altération plus grande qu'on ne le croit généralement. Je pense qu'en redoublant de soins pendant l'embouteillage, on amoindrira cet inconvénient. Voici d'ailleurs les quantités

de sulfure de sodium indiquées par le sulfhydromètre dans l'eau de diverses sources transportée à Toulouse :

La Raillère. . . .	0 gr.	0110
César vieux. . . .	0	0171
Espagnols.	0	0105
Bruzaud.	0	0075
Pause vieux. . . .	0	0067
Le Bois..	0	0037
Mahourat.	0	0018
Petit Saint-Sauveur. .	0	0050
Source aux Œufs. .	0	0061

Comme on le voit, ce sont les sources de César et de la Raillère qui se conservent le mieux ; ceci justifie le choix qu'on a fait de ces eaux pour l'exportation.

En résumé, les eaux de Cauterets, considérées dans leur ensemble, sont moins chaudes, moins sulfureuses et plus alcalines que celles de Bagnères-de-Luchon. Quoique riches en silice, elles laissent dégager peu d'acide sulfhydrique ; aussi ces eaux sont-elles plus douces et plus sédatives que celles de Luchon. Aucune des sources de Cauterets ne blanchit, soit dans les réservoirs, soit dans le bain.

BARÉGES.

Le village de Baréges est situé dans une vallée étroite, entourée de hautes montagnes qui sont pour la plupart dénudées et d'un aspect assez triste ; en

revanche, il possède des sources remarquables à plus d'un titre, et qui, sous certains rapports, n'ont pas d'égales dans les Pyrénées.

Ces sources sont au nombre de huit; le tableau suivant fait connaître leurs noms, leur température, leur richesse en sulfure et en chlorure de sodium, et enfin leur alcalinité.

NOMS des SOURCES.	Température.	Quantité de sulfure de sodium dans un litre d'eau	Quantité de chlorure de sodium dans un litre d'eau.	Alcalinité.	NOMS des AUTEURS.
		gr	gr	gr	
Le Tambour (gr. douche).	45,00	0,0404	0,0831	0,0810	Filhol. — 1850.
L'Entrée. . .	40,80	0,0372	0,0219	»	Gintrac. — 1841.
Lachapelle. .	31,00	0,0203	0,0697	0,0380	Filhol. — 1850.
Polard. . . .	38,00	0,0238	0,0458	0,0517	*id.* *id.*
Bain neuf. .	37,00	0,0341	»	»	Gintrac. — 1841.
Le Fond. . .	36,00	0,0248	»	»	*id.* *id.*
Dassieu. . .	35,00	0,0234	0,0321	0,0490	Filhol. — 1850.
Genecy. . .	32,00	0,0220	»	»	Constantin James.

Plusieurs chimistes se sont occupés de l'analyse des eaux de Baréges : les uns n'ont déterminé que leur température et leur richesse en principe sulfureux (Fontan, Gintrac, Constantin James, Lambron); les autres (Longchamps, O. Henry et Boullay) ont fait l'analyse complète de l'eau de quelques sources. D'après M. Longchamps (1), 1 litre d'eau de la source du Tambour renferme :

(1) *Annuaire des eaux minérales de France.*

Sulfure de sodium.. . .	0 gr.	042100
Sulfate de soude. . . .	0	050042
Chlorure de sodium. . .	0	040050
Silice.	0	067826
Chaux.	0	002902
Magnésie..	0	000344
Soude caustique. . . .	0	005100
Potasse caustique. . . .	traces.	
Ammoniaque.	*Id.*	
Barégine..	*Id.*	
	0 gr.	208364

M. O. Henry, dont les recherches ont porté sur l'eau de la source de l'Entrée, lui assigne la composition suivante (1):

Sulfure de sodium.	0 gr.	0360
Sulfate de soude.	0	0300
Carbonate et silicate de soude.	0	0240
Chlorure de sodium. . . .	0	0219
Matière organique. . . .	traces.	
Iode.		
Chaux et magnésie.. . .		
	0 gr.	1119

Les analyses que je viens de rapprocher ont fourni des résultats tellement discordants, que je ne puis m'empêcher de faire ressortir les différences qu'elles présentent. La proportion de silice indiquée par M. Longchamps est à peu près six fois plus forte que

(1) *Journ. de Chim. et de Pharm.*, t. II, p. 180.

celle qui a été trouvée par MM. Henry et Boullay ; il est vrai que les analyses n'ont pas porté sur les mêmes sources, mais j'ai bien de la peine à croire qu'il existe entre ces eaux des différences aussi considérables. Mes recherches m'ont conduit à admettre que, dans chaque localité, les sources présentent une analogie de composition bien marquée.

Les eaux de Baréges ne me paraissent pas suffisamment connues au point de vue chimique. D'après l'analyse de MM. Boullay et Henry, que je crois plus exacte que celle de M. Longchamps, elles ne renfermeraient pas le moindre excès de silice, et ce fait, qui peut expliquer pourquoi ces eaux, quoique très-sulfureuses, ne blanchissent jamais, me paraîtrait mériter d'être mieux étudié.

Mes expériences me font considérer les sources de Baréges comme plus alcalines que beaucoup d'autres ; j'ai montré plus haut qu'elles dépassaient, sous ce rapport, les eaux de Bagnères-de-Luchon.

Les eaux de Baréges m'ont paru beaucoup moins altérables que celles de Bagnères-de-Luchon et de Cauterets. Ces eaux sont, il est vrai, captées de telle manière que les griffons naissent dans les réservoirs eux-mêmes, et les cabinets de bains étant adossés aux réservoirs, l'eau coule, pour ainsi dire, du griffon dans la baignoire. Il est donc très-naturel que cette eau n'ait éprouvé dans son court trajet qu'une altération inappréciable ; mais il n'en est pas de même de celle qui est destinée à l'entretien des piscines, puisqu'elle provient en grande partie de la vidange des

baignoires; celle-ci présente dans les piscines une couleur jaune-verdâtre qui annonce qu'elle renferme un polysulfure, et pourtant elle ne blanchit jamais.

Lorsque je visitai Baréges, en octobre 1850, je fus frappé du peu d'altération que subissaient les eaux sulfureuses de cette station thermale lorsqu'elles étaient exposées à l'air. L'eau de la piscine militaire absorbait 75 milligr. d'iode par litre; ce qui indiquerait une richesse en sulfure de sodium égale à 0 gr. 0230, c'est-à-dire peu éloignée de celle de l'eau vierge qui coule dans les baignoires. Si l'on essayait à Bagnères-de-Luchon d'entretenir les piscines avec de l'eau qui aurait passé par les baignoires, on y donnerait des bains d'eau blanche dont le degré sulfhydrométrique serait presque nul, et dont l'activité serait bien moindre qu'à Baréges.

J'ai dit plus haut que j'attribuais cette stabilité à ce que les eaux de Baréges ne contiennent pas de silice libre ou de silicate acide. Ces eaux ne fournissent pas d'incrustations de soufre, quoique quelques-unes d'entre elles soient aussi chaudes et aussi sulfureuses que celles qui en fournissent à Luchon. Ce qui contribue encore beaucoup au maintien de l'élément sulfureux pendant la durée des bains, c'est que la plupart des eaux de Baréges, ayant une température voisine de celle du corps humain, sont administrées sans mélange d'eau froide; aussi, quoique les sources de Baréges soient pour la plupart beaucoup moins sulfureuses que celles de Bagnères-de-Luchon, les bains qu'on y donne sont-ils pres-

que tous aussi riches en sulfure de sodium que ceux de cette dernière localité. On en jugera par les chiffres suivants :

NOMS des SOURCES.	Quantité de sulfure de sodium contenue dans un bain de 300 litres à la température de 35 à 36 degrés.	OBSERVATIONS.
Bain neuf. . . .	9 gr. 012	
Polard.	7 140	
Dassieu.	7 020	
Le Fond.. . . .	7 440	
Lachapelle (1). .	6 090	(1) Température du bain 31,00.
Bain neuf. . . .	7 230	
L'Entrée.	8 592	

Comme on le voit, les bains de Baréges sont aussi riches et même plus riches en sulfure alcalin que la plupart de ceux de Luchon. (Il faut pourtant en excepter les bains qu'on donne quelquefois dans cette dernière localité avec l'eau de la Grotte inférieure refroidie sans mélange ; ces bains contiennent une quantité de sulfure qui dépasse 15 grammes.)

Ce qui manque aux sources de Baréges, c'est cette variété dans les températures et les sulfurations que nous avons rencontrée dans les deux stations thermales précédemment étudiées. Baréges est complètement dépourvue de ces eaux douces et hyposthénisantes, et de ces eaux de force moyenne dont l'usage gradué permet aux malades d'arriver sans inconvénient à celui des eaux le plus fortement

minéralisées. Aussi les eaux de Baréges sont-elles considérées comme très-excitantes, et je suis convaincu qu'elles le seraient bien davantage encore si elles avaient, comme celles de Bagnères-de-Luchon, la propriété de laisser dégager de l'acide sulfhydrique en grande quantité. Ce que je viens de dire peut sembler assez extraordinaire, puisque l'acide sulfhydrique passe pour exercer une action hyposthénisante; mais les considérations qui suivent permettent de se rendre compte de l'excitation produite par les eaux qui versent dans l'atmosphère une grande quantité de cet acide.

Il est admis par tous les praticiens que le soufre, lorsqu'il est pris à l'intérieur, même à faible dose, agit comme un excitant très-énergique. Il est parfaitement démontré que le soufre mou, provenant de la décomposition à froid de certains sulfures par les acides, agit à dose beaucoup plus faible que le soufre ordinaire. On sait enfin, depuis longtemps, que le soufre très-divisé qu'on obtient en versant un acide dans une dissolution de quintisulfure de potassium ou de calcium (magistère de soufre) est beaucoup plus actif que la fleur de soufre. D'après cela, plus ce corps est divisé, plus son absorption est prompte et son action énergique. Cela posé, recherchons ce qui doit arriver si l'on plonge deux malades différents, l'un dans un bain préparé avec une eau riche en sulfure de sodium, mais peu altérable et ne laissant dégager que des traces d'acide sulfhydrique, l'autre dans un bain qui

contient une dose de sulfure égale à celle du premier, mais qui, renfermant, en outre, de la silice, verse dans l'atmosphère beaucoup d'hydrogène sulfuré.

Chez le premier de ces malades, l'absorption du soufre aura lieu à peu près exclusivement par la peau, et, comme cette absorption s'exerce avec lenteur, la quantité de soufre introduite dans l'économie sera très-faible. En revanche, le sulfure de sodium, n'étant détruit qu'en minime partie pendant la durée du bain, pourra exercer son action d'une manière continue et avec une intensité peu variable sur les plaies, les ulcères, etc., qu'il s'agissait de guérir. Son action, sans être exclusivement locale, ne se fera sentir dans toute l'économie qu'au bout d'un certain temps. Chez le second, l'absorption du soufre aura lieu, en partie par la peau, en partie par les voies respiratoires; l'absorption de l'acide sulfhydrique par les poumons introduira, au bout de peu de temps, dans le sang plus de soufre que n'eût pu y en introduire l'absorption par la surface cutanée. La première action sera sans doute celle qu'on attribue à l'acide sulfhydrique; mais bientôt cet acide, ayant été décomposé par l'oxygène du soufre, deviendra libre dans le sang lui-même, et les phénomènes d'excitation ne tarderont pas à se faire sentir; mais ce bain s'appauvrissant d'une manière rapide ne sera pas, à beaucoup près, aussi efficace que le premier, s'il s'agit de traiter une affection locale qui exige le contact prolongé du sulfure avec la partie malade.

Si nous appliquons ces idées aux eaux de Baréges, nous pourrons nous rendre compte de l'efficacité, en quelque sorte merveilleuse, de ces eaux dans le traitement des vieilles blessures, des plaies d'armes à feu, des plaies fistuleuses, des ulcères atoniques, variqueux, des caries des os, etc.

Les eaux de Baréges, mieux que d'autres, facilitent l'élimination des corps étrangers; la plupart des guérisons signalées par des médecins honorables et très-dignes de foi tiennent vraiment du prodige.

Ces eaux peuvent aussi rendre de grands services dans le traitement des scrofules, des maladies de la peau, des rhumatismes et de la plupart des affections qu'on traite avec succès par les eaux sulfureuses en général, et surtout par les eaux fortement sulfureuses; mais ce qui les distingue des autres, c'est leur supériorité incontestable dans le traitementdes affections qui exigent, pour être guéries, une action plutôt locale que générale. Il est bien entendu qu'en disant ceci je n'entends nullement établir que les eaux de Baréges n'exercent pas une action générale sur l'économie; je veux seulement établir qu'elles l'emportent sur les autres sous le rapport de l'action locale.

Le tableau suivant, que j'emprunte au rapport de M. Patissier (1), pourra donner une idée du nombre et de la nature des affections qui sont traitées dans cette localité.

(1) *Rapport sur le service médical des établissements thermaux en France*, par le docteur Patissier. Paris 1851.

TABLEAU récapitulatif des maladies traitées à Baréges pendant les années 1848 *et* 1849, *par M. Pages.*

NOMS des MALADIES.	NOMS de CHAQUE ESPÈCE DE MALADIE.	NOMBRE de malades guéris.	de malades soulagés.	de malades partis dans le même état qu'à leur arrivée.	de malades guéris ou soulagés après le départ des eaux.	Total des malades.
Scrofules. . .	De siége et de forme divers.	67	159	156	15	397
Ulcères.. . .	Atoniques et variqueux. . .	34	45	43	7	129
Maladies des articulations.	1° Tumeurs blanches. . . .	11	13	14	1	39
	2° Hydarthroses chroniques.	7	7	8	»	22
	3° Relâchement des ligamens	3	4	3	1	11
	4° Fausses ankyloses. . . .	5	3	6	1	15
Rétractions..	Tendineuses et musculaires.	5	6	7	1	19
Maladies des os.	1° Carie.	11	15	17	2	45
	2° Nécrose.	5	8	12	1	26
Rhumatismes.	1° Musculaires.	51	49	29	6	135
	2° Fibreux.	19	32	27	12	90
	3° Nerveux..	12	13	14	1	40
Dermatoses. .	1° Pustuleuses..	9	11	12	2	34
	2° Vésiculeuses.	14	17	22	3	56
	3° Papuleuses.	24	26	24	»	74
	4° Tuberculeuses.	4	7	9	»	20
	5° Squammeuses.	12	17	20	3	52
	6° Bulleuses.	»	»	1	»	1
Syphilis.. . .	Accidents secondaires et tertiaires.	27	22	23	3	75
Maladies du système nerveux. . . .	1° Hémiplégies.	»	»	6	»	6
	2° Paraplégies..	7	9	5	1	22
	3° Paralysies partielles. . .	2	2	2	1	7
	4° Paralysies saturnines.. .	3	2	1	»	6
	5° Migraines.	2	3	4	2	11
	6° Névroses des voies digestives..	4	5	5	1	15
	7° Tremblements nerveux..	»	»	2	»	2
	8° Douleurs erratiques par élancements. Eclairs de douleur.	4	8	7	3	22
Blessures. . .	1° Par armes à feu.	6	16	7	4	33
	2° Par accidents divers. . .	41	36	21	6	104
	TOTAUX. . . .	389	535	507	77	1,508

Les cures les plus remarquables sont produites par la grande douche et les piscines. On boit principalement l'eau du Tambour : c'est aussi l'eau de cette source qui est mise en bouteilles pour être exportée. Le débit des sources réunies s'élève à environ 160 mètres cubes par 24 heures.

L'établissement de Baréges renferme seize cabinets de bains, deux douches, et trois piscines qui sont : la piscine militaire, la piscine civile et la piscine des pauvres. J'ai dit plus haut que, dans cet établissement, les cabinets de bains et les piscines sont disposés de manière à ce que le malade subisse, autant que possible, l'influence de la buée de vapeur.

Baréges laisse beaucoup à désirer sous le rapport des ressources balnéaires; mais des améliorations importantes, qui ont été proposées depuis longtemps par M. François, y seront introduites d'ici à peu de temps, sous la direction de cet habile ingénieur.

BARZUN.

La source de Barzun est située sur la rive droite du Bastan, à moins d'un kilomètre de distance de Baréges.

Sa température est de 31°,20 cent. Un appareil sur le modèle de celui des Eaux-Bonnes a été établi par le propriétaire à côté du réservoir pour chauffer l'eau, dans le cas où certains malades la trouveraient trop froide; mais il est possible, dans le plus

grand nombre de cas, de la faire supporter avec sa chaleur naturelle ou avec de très-légères additions d'eau minérale chauffée.

L'eau de la source de Barzun-Baréges est limpide, transparente et semblable, par ses propriétés physiques, à toutes les autres sources sulfureuses de la chaîne des Pyrénées. Très-chargée de soufre, elle donne au sulfhydromètre de Dupasquier 0 gr. 0330 de sulfure de sodium par litre ; elle est très-gazeuse, et les bulles si nombreuses qui s'en dégagent, lorsqu'on la reçoit dans un verre, sont formées en très-grande partie par de l'azote. L'analyse qui en a été faite par MM. Boullay et O. Henry, a démontré que sa composition chimique était la suivante :

Un litre d'eau renferme :

Sulfure de sodium.	0gr 03300
Chlorure de sodium. . . . . Chlorure de potassium, très-sensible. Chlorure de magnésium, trace légère.	0 11700
Sulfate de soude. . . . . Sulfate de chaux. . . . . Carbonate de soude.	0 06400
Silicate de soude. . . . . Carbonate et silicate de chaux. . . .	0 10600
Oxyde de fer. . . . . Glairine ou barégine.	0 03000
TOTAL.	0 35000

On voit que l'eau de Barzun se rapproche, par sa force sulfureuse, de celles qu'à Baréges on considère comme les plus actives, les Bains neufs et l'Entrée,

tandis qu'elle n'est pas plus chaude que celle de Lachapelle qui est bien moins chargée. Elle offre d'ailleurs quelques différences dans sa composition générale, telles que la présence d'un peu de fer, beaucoup plus de gaz, et peut-être aussi une plus forte proportion de barégine, auxquelles on pourrait attribuer la qualité qu'elle possède d'être plus douce et plus facile à supporter. Elle la doit aussi sans doute à sa température modérée, qui rend en général plus efficaces les eaux qui la possèdent, quelle que soit d'ailleurs la nature de leurs éléments.

L'eau de Barzun-Baréges a de la stabilité, lors même qu'elle est refroidie et transportée au loin; ce qui contribuera nécessairement à la répandre.

L'établissement bien bâti et neuf comporte neuf baignoires en marbre poli, placées dans des cabinets bien voûtés. On y trouve trois douches dont deux descendantes et l'autre ascendante, avec chute, chacune de deux mètres; on y trouve de plus une buvette.

Les propriétés thérapeutiques de la source de Barzun-Baréges sont, avec certaines modifications, celles des eaux sulfureuses en général. En boisson, elle se rapproche plus particulièrement de celles de Bonnes et de La Raillere (Cauterets), bien plus sulfureuse que ces dernières, puisqu'elle donne, par litre, au sulfhydromètre, 0,0330, tandis que la buvette de Bonnes ne donne que 0,0219, et celle de La Raillère, 0,0186. Infiniment plus gazeuse qu'elles et plus chargée de barégine, elle provoque ce-

pendant une excitation moins forte. — Des observations répétées ne laissent aucun doute à cet égard.

En bains, douches, etc., le mode d'action de la source de Barzun-Barèges diffère sensiblement de celui des sources du grand établissement de Baréges. Beaucoup moins excitante que ces dernières, elle est très-utile pour préparer les malades à leur usage ; elle convient parfaitement aux malades irritables, atteints de maladies nerveuses, de certains névroses des voies respiratoires, digestives, urinaires ; de migraines, d'affections dartreuses encore trop aiguës pour pouvoir supporter les eaux du grand établissement ; d'ulcères s'accompagnant d'une grande sensibilité. M. Pages a des observations très-remarquables de maladies de matrice fort graves, guéries par la source de Barzun-Baréges ; elle lui a souvent été très-utile pour calmer une surexcitation trop forte, produite par les sources de Baréges, chez des personnes imprudentes qui ne s'étaient pas assez méfiées de leur énergie. Enfin, les malades qui, ayant besoin de recourir à un traitement par le soufre, auraient des motifs de redouter l'excitation produite habituellement par cet agent, pourront trouver de précieuses ressources dans l'eau minérale qui nous occupe.

D'après le docteur Baudens, l'eau de Barzun jouit de propriétés sédatives incontestables, bien précieuses pour combattre une foule de phlegmasies chroniques, parmi lesquelles nous citerons : les né-

vralgies, les rhumatismes articulaires, la goutte, les affections pulmonaires et gastriques, les maladies de matrice qu'elle guérit d'une manière véritablement remarquable, la leucorrhée, l'aménorrhée chez les jeunes filles, celles des voies urinaires, la colique néphrétique, la gravelle, etc.

En résumé, les eaux de Barzun, quoique très-sulfureuses, sont sédatives, hyposthénisantes et assez analogues à celles de Saint-Sauveur. Leur voisinage est d'autant plus précieux pour Baréges, que ce sont précisément les eaux de ce genre qui manquent à cette localité.

SAINT-SAUVEUR.

Le petit village de Saint-Sauveur est situé dans la vallée de Lavedan, sur les flancs de la montagne de l'Aze, à une hauteur d'environ 80 mètres au-dessus du gave de Gavarnie, dans une position des plus pittoresques.

On y trouve un établissement thermal, remarquable par son élégance et sa simplicité. Cet établissement renferme seize cabinets de bains, deux douches ascendantes et une buvette.

La source principale jaillit, à peu de distance de l'établissement, d'une roche euritique assez compacte; une deuxième source, située un peu plus loin, est connue sous le nom de source de la Hontalade.

Les propriétés physiques et chimiques de l'eau de Saint-Sauveur m'ont paru fort analogues à celles de

la source Barzun. L'eau de Saint-Sauveur, comme celle de Barzun, laisse dégager dans les vases où on la puise une multitude de petites bulles qui lui donnent, pendant quelques instants, l'aspect d'une eau gazeuse.

M. le docteur Fabas, qui eut la bonté de m'accompagner, lorsque je visitai l'établissement, avec MM. François, Chambert et Pégot, me fit remarquer que lorsqu'on porte dans la salle de la douche une bougie allumée et qu'on fait tomber l'eau minérale sur le sol, le gaz qui s'en dégage est assez abondant pour modifier la forme de la flamme qui jaunit un peu et s'allonge considérablement.

Voici, d'après mes observations, la température et la richesse en principe sulfureux de l'eau de Saint-Sauveur :

Température (à la douche).	34°,20
A la baignoire (cabinet n° 1). . . .	32°,30

Quantité de sulfure de sodium dans un litre d'eau :

A la douche.	0,0217
Dans la baignoire.	0,0210

J'ai déterminé aussi la richesse en chlorures et l'alcalinité de cette eau.

D'après mes recherches, un bain de 300 litres renferme :

Sulfure de sodium.	6 gr.	300
Chorure de sodium.	30	57
Carbonates ou silicates alcalins, ou alcalino-terreux.	18	30

L'eau de la source de Hontalade a une température de 22°, et contient par litre 0 gr. 0198 de sulfure de sodium (Gintrac).

M. Fabas m'a assuré que l'eau de Saint-Sauveur communique à la peau une onctuosité toute particulière ; ce qui est assez en rapport avec son alcalinité assez prononcée, sa température assez basse (1), et sa richesse en matière organique qui m'a paru assez considérable.

Les eaux de Saint-Sauveur sont, d'après M. Fabas, douces, sédatives, hyposthénisantes.

Elles conviennent surtout dans le traitement des maladies nerveuses ; les affections de l'utérus, caractérisées par le relâchement des ligaments et l'engorgement du col, y sont traitées avec succès.

M. Fabas, dit M. Constantin James (2), m'assurait que la plupart des malades laissaient leur pessaire à Saint-Sauveur.

Ces eaux produisent aussi de bons effets dans le traitement de certaines affections des voies urinaires (catarrhes vésicaux, affections graveleuses), des gastralgies, des entéralgies, etc.

Il est à remarquer que le bain de Saint-Sauveur est plus riche en sulfure de sodium que celui de la Reine, à Luchon.

(1) En général, les eaux très-chaudes ne communiquent pas cette onctuosité à la peau.

(2) *Loc. cit.*, pag. 85.

D'après M. Longchamps, un litre d'eau de Saint-Sauveur renferme :

Sulfure de sodium. . .	0 gr.	025360
Sulfate de soude. . . .	0	038680
Chlorure de sodium. .	0	073598
Silice.	0	050710
Chaux	0	001847
Magnésie.	0	000242
Soude caustique.	0	005201
Potasse caustique. . .	traces.	
Barégine.		
Ammoniaque.		
	0 gr.	195638

Si l'on compare la richesse en sulfure de sodium des bains de Saint-Sauveur avec celle des bains de Luchon, il sera facile de reconnaître que le degré d'excitation que produisent les eaux sulfureuses n'est pas en rapport avec la quantité de sulfure qu'elles renferment. Un bain d'eau de la Reine, à Luchon, mis à la température de 35°, contient moins de sulfure qu'un bain de Saint-Sauveur, et pourtant il excite beaucoup plus les malades. Sans doute la composition chimique de l'eau n'est pas étrangère à ces différences, mais la température y est pour beaucoup. En général, lorsque les malades ont à leur disposition de l'eau chaude et de l'eau froide, ils prennent souvent, malgré l'avis de leur médecin, des bains trop chauds. J'ai déjà fait ob-

server que le bain de Saint-Sauveur est assez fortement alcalin.

L'eau de Saint-Sauveur ne blanchit pas.

LABASSÈRE.

Dans la commune de Labassère, à une distance de 7 à 8 kilomètres de Bagnères-de-Bigorre, se trouve une source sulfureuse abondante et remarquable à plus d'un titre.

Cette eau sort d'un terrain schisteux de transition, portant alternance de schiste carbonifère éclatant et de calcaire avec le sulfure ferrugineux, quelques cristaux de macle monochrone et beaucoup d'alun en efflorescence.

Les propriétés de l'eau de Labassère ont été étudiées successivement par MM. Ganderax, Rozière, Fontan, François, Boullay et Gintrac ; j'en ai fait moi-même, en 1850, l'analyse quantitative. Cette analyse a été vérifiée, peu de mois après, par M. Poggiale.

La température de l'eau de Labassère varie, d'après les diverses observations qui ont été faites, entre 11,60 et 13,75.

Cette eau, quoique froide en apparence doit être classée parmi les eaux thermales; car sa température n'éprouve dans les diverses saisons que des variations légères. Le sol était couvert de neige, quand je l'ai observée.

Les propriétés physiques et chimiques de cette

eau étant celles des eaux sulfuré-sodiques en général, je me dispenserai de les décrire.

Voici les résultats des analyses que j'ai mentionnées tout-à-l'heure.

Un litre d'eau de Labassère contient :

	Filhol.	Poggiale.
	gr.	gr.
Sulfure de sodium.	0,0464	0,0400
— de fer, de cuivre et de manganèse.	traces.	traces.
Chlorure de sodium.	0,2058	0,2124
— de potassium.	0,0036	0,00189
Carbonate de soude	0,0232	0,0233
Sulfate de soude, de potasse et de chaux	traces.	traces.
Silicate de chaux.	0,0452	0,9477
— d'alumine.	0,0007	0,00039
— de magnésie.	0;0096	0,0080
Alumine en excès	0,0018	
Iode.	tracés.	traces.
Matière organisée.	0,1450	0,1630
	0,4813	0,49664

Comme on le voit, cette eau est remarquable par son alcalinité ; elle renferme une proportion très-sensible de carbonate de soude ; elle se distingue de beaucoup d'autres par la faible proportion de silice et la forte proportion de chlorure de sodium qu'on y rencontre.

Sa richesse en chlorures la rapproche des eaux

de Bonnes et de Gazost. La quantité de sulfure de sodium qu'elle contient lui donne de l'analogie avec les eaux de Baréges ou de Bagnères-de-Luchon.

De toutes les eaux sulfureuses que j'ai examinées, il n'en est aucune qui se soit montrée moins altérable, soit par l'exposition à l'air, soit par le transport. Ce peu d'altérabilité des eaux de Labassère avait été signalé avant mes recherches par MM. Fontan, Boullay et Gintrac. L'eau de Labassère se place donc en tête des eaux propres à l'exportation.

J'ai rapporté plus haut quelques-unes des expériences que j'ai faites sur cette eau transportée à Toulouse. M. O. Henry a, de son côté, constaté que l'eau minérale transportée à Paris n'avait pas subi d'altération notable.

Cette stabilité des eaux de Labassère dépend, sans doute en partie, de sa basse température; mais elle dépend beaucoup plus, selon moi, de son alcalinité qui est plus prononcée que celle des autres[1], et de sa pauvreté en acide silicique.

Il est impossible, de quelque manière qu'on veuille interpréter les résultats des analyses que j'ai rapportées, de trouver que cette eau est minéralisée par du sulfhydrate de sulfure de sodium.

L'eau de Labassère n'est administrée qu'en boisson. M. Soubies a fait établir, à Bagnères-de-Bigorre, dans son établissement de villa Théas, une buvette qui fournit aux malades cette eau sulfureuse chauffée au bain-marie et à une température sensiblement invariable, dans un appareil construit

d'après les données dont j'ai parlé à propos des eaux de Bagnères-de-Luchon. La planche 3 en représente la disposition générale.

Cet appareil se compose d'un plateau *a, a, a, a* de chêne, placé sur un support en maçonnerie et supportant les deux cuves de bois de chêne *c, c, c, c*, et D, D, D, D. La cuve C, C, convenablement remplie d'eau saturée de sel marin, reçoit le gazomètre *m, m, m', m*, représenté en traits gris clair dans sa position la plus haute, et en traits noirs dans sa position la plus basse. La partie supérieure porte une tige *z, z* verticale, glissant dans un guide *v, x, y*. La portion supérieure de la cloche est construite de manière que, sur la partie horizontale et circulaire P, P, on place à volonté des disques circulaires de plomb pour charger la cloche et maintenir le gaz intérieur sous une pression de 25° c. d'eau. Enfin, un tuyau de plomb *o, o, o, o*, de 0m,01 de diamètre intérieur, prend le gaz à la partie inférieure de la cloche pour le porter vers le robinet R.

La seconde cuve D, D, plus petite, est destinée à contenir une jarre de porcelaine J, J, J, J, de la capacité de 25 litres. Elle reçoit, à la partie inférieure, par le robinet S, *t, t*, un filet d'eau amené par un conduit de plomb de 0m,02, d'une des sources chaudes de l'établissement thermal de Théas, qui la remplit jusqu'au niveau *q, q* du trop-plein *r*. Ce courant continu est destiné à réchauffer et à maintenir à une température déterminée l'eau de Labassère enfermée dans la jarre.

Le gazomètre est préalablement rempli de gaz azote. Le goulot de la jarre porte latéralement une tubulure T sur laquelle est monté un robinet R'. Les robinets R et R′ sont à boule, à raccord et reliés entre eux par un tuyau de caoutchouc sulfuré. Le tubulure T correspond à un petit canal *h, h*, creusé dans le bouchon, qui permet de mettre à volonté l'intérieur de la jarre en communication avec le gazomètre par le jeu des robinets R et R′, et en tournant le bouchon de la jarre.

Quand une jarre, remplie à la source de Labassère avec toutes les précautions convenables, doit servir à la buvette, elle est placée dans la cuve D, D, et l'on substitue à son bouchon ordinaire le bouchon K, K′, percé d'un canal longitudinal de 5 à 6 millimètres et muni d'ailleurs du cannelet *h, h*, qui plonge jusqu'en K′ à 5 millimètres du fond, et qui présente en T une tubulure munie d'un robinet R″. Le robinet R″ a son extrémité supérieure coudée et munie d'un raccord qui reçoit, à sa volonté, un simple dégorgeoir pour recevoir l'eau sulfureuse, ou un tuyau de caoutchouc aboutissant au robinet de la buvette.

La jarre, convenablement chauffée et mise en communication, par les robinets R, R′ et le canal *h, h*, avec le gazomètre réglé, en raison de la pression sous laquelle est maintenu le gaz, l'eau sulfureuse chaude du vase s'élève dans le bouchon K, K′, et peut s'écouler à volonté par le robinet R″ jusqu'à épuisement complet du réservoir, qui, une

fois vide, est remplacé par un autre, après toutefois avoir refoulé dans le gazomètre le gaz qui le remplit : opération très-facile en enlevant de sur le gazomètre les disques de plomb qui le chargent, et mettant le robinet R″ en communication avec le courant d'eau minérale chaude, dont la forte pression le refoule promptement.

Le nombre de cuves D, D et des jarres chauffées simultanément pourra varier à volonté, selon les besoins.

A l'aide de cet appareil dont le mécanisme est fort simple, Bagnères a pu fournir, à un prix très-minime, à ses baigneurs, pendant la saison des eaux et dans des conditions plus favorables qu'à la source même, de l'eau de Labassère, puisée quelques heures auparavant, jouissant de toutes ses propriétés naturelles, chauffée au bain-marie, à l'abri du contact de l'air, et maintenue à une température constante par l'eau de Théas, naturellement chaude (1).

M. le docteur Louis Cazalas a publié, sur les eaux de Labassère, un excellent travail auquel nous empruntons les détails qui suivent (2) :

(1) En 1852 le nombre des buveurs s'est élevé à 400 par jour, et l'eau sulfureuse a toujours conservé, dans cet appareil, un degré de sulfuration sensiblement égal à celui qu'elle possède à la source.

(2) *Recherches pour servir à l'histoire médicale de l'eau minérale sulfureuse de Labassère*, pag. 48 et suiv. 1851.

L'eau de Labassère peut être utile dans toutes les maladies où les eaux minérales sulfureuses naturelles produisent généralement de bons effets.

M. Subervie la conseille, non seulement dans la bronchite chronique avec expectoration plus ou moins abondante, mais encore il pense qu'elle exerce dans la plupart des troubles des voies respiratoires, une action en quelque sorte spécifique, dont l'effet, dit-il, embrasse plusieurs variétés du même genre. Il en a retiré de bons effets dans certains états congestionnels du parenchyme pulmonaire, sans toux ni crachats, qui se produisent chez quelques personnes et qui ne présentent encore aucun signe de lésion organique; dans les enrouements persistants par suite de la suppression de la transpiration ou qui succèdent à la fatigue des organes de la voix; dans ces toux nerveuses, vibrantes, convulsives, dont l'étiologie difficile à établir échappe, le plus souvent, à l'appréciation du médecin; dans les écoulements leucorrhéiques, après avoir vainement employé d'autres moyens; dans les affections scrofuleuses, surtout lorsqu'il y a exagération de la sécrétion des muqueuses et débilité consécutive. Il est tellement convaincu de son utilité dans les affections de poitrine, qu'il la prescrit dans tous les cas où les organes de la respiration semblent simplement débilités ou prédisposés à des maladies. Et, bien qu'il soit difficile de déterminer, à Bagnères, la part d'action réelle qu'elle peut prendre dans le traite-

ment des maladies de la peau, employée en boisson, parce que l'action puissante et simultanée des bains de la localité, et notamment de ceux du Foulon, ne permet guère de l'isoler, il affirme que les éléments salins et sulfureux ne paraissent nullement se contrarier, ni mettre, par conséquent, un obstacle à leurs effets curatifs.

Depuis trente ans que M. Labayle exerce la médecine à Bagnères, dans les environs, et à Labassère en particulier, il n'a pas cessé de la prescrire et d'en retirer constamment les meilleurs effets. Il l'a employée, avec le plus grand succès, dans les catarrhes anciens de la poitrine', dans l'asthme humide, la faiblesse de l'estomac et des intestins, la paresse des fonctions digestives, alors qu'elle est le résultat de l'atonie, et dans les affections dartreuses. « Je pourrais citer, dit-il, bon nombre de personnes qui doivent leur salut à son usage, ou qui en ont éprouvé un soulagement marqué toutes les fois qu'elles y ont recouru dans ces affections.»

Les observations de MM. Galiay, Bruzau et Rousse sont d'accord avec celles de MM. Subervie et Labayle.

Et M. Ch. Ganderax, qui le premier a employé l'eau de Labassère, en 1838, à Paris, en obtint un excellent résultat chez une jeune personne atteinte d'un catarrhe pulmonaire chronique. Il la regarde, sous le rapport thérapeutique, comme ayant une grande analogie avec l'eau de Bonnes; il lui attribue une action spéciale sur les maladies de la peau;

il pense qu'elle convient particulièrement dans les maladies chroniques du larynx et des bronches , et qu'en modifiant l'inflammation chronique qui accompagne la phthisie pulmonaire, elle peut, dans quelques cas, en enrayer la marche.

Enfin , M. Verdoux, médecin à Labassère, assure qu'il l'a employée avec succès dans le traitement de la pellagre. On trouvera dans la brochure du docteur Cazalas le détail des observatious nombreuses qui ont été recueillies par cet honorable et modeste praticien.

L'usage de l'eau de Labassère , quoique très-étendu, n'est pas encore en rapport avec l'importance des propriétés qu'elle possède ; tout porte à penser que cette eau remarquable sera beaucoup plus souvent prescrite quand elle sera mieux connue des médecins.

VISOS.

Dans la vallée de Baréges , à 2 kilomètres environ de distance du village de Luz et sur le penchant du pic de Sardey, à 1 kilomètre à peu près du village de Visos, mais de 100 mètres au moins plus élevée que lui dans la montagne , on trouve une source d'eau limpide d'où s'exhale une odeur sulfureuse assez prononcée, analogue à celle des eaux thermales qui sourdent de la même contrée pyrénéenne. Cette eau, qui coule avec peu d'abondance d'une roche calcaire schisteuse, a une température de 9° Réaumur.

L'eau de Visos a été examinée, en 1833, par M. Bérard, professeur de chimie à la Faculté de Médecine de Montpellier, qui lui a reconnu les propriétés suivantes :

Elle est claire et limpide ; elle a l'odeur des eaux sulfureuses, et les réactifs y annoncent évidemment la présence de l'acide hydrosulfurique.

Cette eau minérale contient aussi du gaz acide carbonique libre, car elle précipite l'eau de chaux et les sels de plomb ; et le précipité par les sels de plomb que M. Bérard a particulièrement examiné est un mélange de beaucoup de carbonate de plomb et d'un peu de sulfate de plomb. C'est cet acide carbonique qui tient en dissolution le carbonate de chaux et de magnésie que cette eau contient aussi. L'ébullition doit dégager la plus grande partie de ce gaz.

L'eau de Visos renferme une substance de nature organique analogue à la barégine ou glairine, mais qui a paru cependant se distinguer par quelques propriétés particulières. La proportion de cette substance estimée, en la détruisant par le feu, a été, sur 10,000 gr. d'eau minérale, de 0 gr. 340 millig.

Quand on évapore l'eau de Visos dans une capsule, pendant cette opération, il se sépare une poudre blanche qui s'attache en partie aux parois de la capsule, et qui est un mélange de carbonate de chaux et de carbonate de magnésie, et si l'on pousse l'évaporation jusqu'à siccité et qu'on calcine, la matière noircit et répand une odeur bitumineuse qui

est encore plus sensible quand on y verse un acide qui décompose les carbonates qui font partie de ce résidu ; l'acide carbonique qui se dégage alors a une odeur d'asphalte très-prononcée. Ainsi l'eau de Visos est bitumineuse, et c'est la présence de ce bitume qui donne à la matière organique (la barégine) qu'elle contient, les propriétés particulières dont j'ai parlé.

La totalité des sels contenus dans l'eau minérale de Visos a été, d'après une seule analyse que M. Bérard a faite, et qui demanderait, dit-il, d'être répétée pour qu'on pût ajouter une foi entière à ces nombres, de 2 grammes 247 millig. sur 10,000 gr. d'eau minérale ; ces sels sont principalement des carbonates et des sulfates : ils ont pour base la chaux et la magnésie ; il y en a aussi à base de soude.

Voici le résultat définitif de cette analyse :

L'eau de Visos contient du gaz hydrosulfurique, combiné probablement avec la soude.

Elle contient en plus grande quantité du gaz carbonique libre.

Elle contient de plus, sur 10,000 gr., les substances suivantes :

Substance organique (barégine mêlée de bitume)	0 gr.	340
Carbonate de chaux	1	247
Carbonate de magnésie	0	256
Sulfate de chaux	0	490
Sulfate de magnésie	0	050
Chlorure de calcium	0	180

Carbonate de soude et chlorure de sodium (quantité très-petite).

L'eau de Visos jouit d'une grande réputation pour le traitement des ulcères et des plaies, dont elle hâte singulièrement la cicatrisation. Son usage est peu répandu.

Cette eau, peu sulfureuse d'ailleurs, ne supporte pas le transport. Je l'ai trouvée assez franchement alcaline, et les expériences que j'ai faites me portent à la considérer comme contenant une dose de carbonate de soude à peu près semblable à celle des eaux de Plombières.

GAZOST.

Dans l'arrondissement d'Argelés, et à peu de distance de Lourdes, se trouvent deux sources sulfureuses fort peu connues, dont l'une porte le nom de source de Nabeas et l'autre celui de source de M. Burgade.

Ces sources sont, d'après les essais que j'ai faits en 1850, les plus riches en chlorure de sodium de toute la chaîne; elles sont aussi les plus iodurées. On constate aisément l'existence de l'iode dans le résidu d'un seul litre de cette eau. M. Pailhasson, qui avait examiné ces sources avant moi, m'a assuré qu'il avait été frappé de leur richesse en chlorures et en iodures. M. O. Henry, qui s'est aussi occupé de l'examen des eaux de Gazost, les considère comme très-remarquables à cause de la forte pro-

portion de chlorures et d'iodures qu'elles renferment.

Ces eaux, comme celles de Visos, sont éminemment détersives; quelques lotions sur les ulcères, les plaies, surtout à la suite de contusions, suffisent en général, pour modifier les surfaces et cicatriser les chairs.

Ces eaux ne sont guère employées que par les propriétaires et les habitants de la contrée.

D'après mes recherches, 1 litre d'eau renferme :

Source de Nabeas.	Sulfure de sodium.	0 gr. 0396
	Chlorure de sodium.	0 3157
Source Burgade. .	Sulfure de sodium.	0 0060

CADÉAC.

Les eaux de Cadéac sont situées sur les bords de la Neste, à peu de distance du village d'Arreau; elles sont administrées en bains et en boisson dans deux petits établissements, situés, l'un sur la rive droite, l'autre sur la rive gauche de ce cours d'eau.

Elles sont froides et pourtant très-sulfureuses. Leur température et leur richesse en sulfure de sodium sont les suivantes :

Etablissement de la rive droite.

	Sulfure de sodium.	Température.
Source principale.	0 gr. 0750	13,50
La même eau, chauffée pour les bains.	0 0430	

Etablissement de la rive gauche.

		Sulfure de sodium.	Tempéra'.
Source est, à la buvette. .	0	0678	15,65
Source ouest, au réservoir.	0	0237	»
Petite source extérieure. . .	0	0772	13,50

Ces eaux, quoique fort riches en principes actifs, sont peu fréquentées.

EAUX SULFUREUSES DES BASSES-PYRÉNÉES.

BONNES.

Les eaux de Bonnes sont situées dans la vallée d'Ossau, au confluent des ruisseaux de la Sonde et du Valentin, au pied du pic du Ger. Le village se compose d'un assez grand nombre d'hôtels spacieux et bien bâtis; une promenade qui longe le flanc de la montagne, et qu'on désigne sous le nom de Promenade Horizontale, permet aux malades, qui ne pourraient pas sans inconvénient parcourir un sol inégal et fortement accidenté, de prendre un exercice suffisant dans un lieu très-agréable et sans trop de fatigue.

Les sources sulfureuses y sont au nombre de quatre, dont trois sont recueillies dans l'établissement thermal; la quatrième, qui porte le nom de source du Bois ou de la Montagne, est située à une petite distance du ruisseau de la Sonde. Celles qu'on utilise dans l'établissement sont :

1° La source Vieille; 2° la source d'En-Bas; 3° la source Nouvelle.

L'établissement renferme un petit nombre de baignoires qui sont alimentées par la source Vieille et la source d'En-Bas. On fait chauffer, dans un appareil convenable, l'eau de la source Nouvelle, et on l'utilise pour élever à un degré suffisant la température des bains.

La plus importante de toutes est la source Vieille qui est utilisée principalement en boisson.

Les propriétés physiques et chimiques de ces eaux les distinguent de la plupart des autres sources sulfureuses de la chaîne, et justifient l'action toute spéciale qu'on leur attribue dans le traitement de certaines affections des voies respiratoires.

Désignées pendant longtemps sous le nom d'eaux d'Arquebusade, les eaux de Bonnes furent considérées comme jouissant d'une efficacité merveilleuse dans le traitement des blessures.

Bordeu les employait pour obtenir la guérison des ulcères, et les considérait comme très-analogues, sous le rapport de leur action, à celles de Baréges.

« Les Eaux-Bonnes et celles de Baréges ont, de » tout temps, été regardées comme spécifiques pour » la guérison de ces affections. J'en ai vu de toute » espèce et dans toutes les parties, invétérées ou » récentes, céder à leur usage. Quand donc les » ulcères ne sont pas entretenus par une cause » interne indestructible, la manière ordinaire d'y

» appliquer nos eaux est en lotion, en douche,
» en bain, en boisson (1). »

Bordeu considérait aussi les eaux de Bonnes comme pouvant favoriser l'expulsion des corps cachés dans le tissu des chairs. Il s'en servait encore pour le traitement de certaines affections du tissu osseux (2).

Mais c'est surtout dans les maladies de poitrine qu'il en retirait d'excellents effets.

« Les Eaux-Bonnes, dit François Bordeu, sont
» regardées par beaucoup de médecins comme le
» meilleur remède possible contre les maladies de
» poitrine. Les eaux de Cauterets vont de pair avec
» les Bonnes; celles-ci paraissent mieux convenir
» dans le marasme, lorsque le sang est sec et
» échauffé et lorsque l'irritation domine; mais
» lorsque l'estomac a perdu son ressort, on donne
» la préférence à celles de Cauterets. Quant aux
» eaux de Baréges, elles passent, depuis M. Fajon,
» comme spécifiques contre l'asthme (3). »

Bordeu administrait ces eaux comme le meilleur de tous les béchiques; il les prescrivait en boisson, à des doses assez élevées, et les comparait, sous le rapport de leur action adoucissante, à de l'eau de mauve.

(1) *OEuvres complètes de Bordeu*, par Richerand, obs. XCIII.

(2) *OEuvres de T. Bordeu*, par Richerand, obs. XCVI, C et CI.

(3) F. Bordeu, *Précis d'observations*, pages 94 et 95.

Tous les praticiens sont d'accord aujourd'hui pour considérer les eaux de Bonnes comme exerçant une action toute spéciale sur les maladies des voies respiratoires (catarrhes chroniques, phthisie laryngée, phthisie pulmonaire au premier degré, asthme humide); mais il faudrait se garder de les administrer à des personnes chez lesquelles la phthisie serait parvenue au 3e degré. Bordeu, le premier, a signalé la facilité avec laquelle ces eaux aggravent les accidents et accélèrent, en pareil cas, la mort des malades. M. Daralde, dont l'autorité est si considérable en pareille matière, les a vu aussi produire des effets fâcheux quand la phthisie était très-avancée, tandis qu'il en obtient tous les jours d'excellents effets dans la phthisie au 1er et au 2e degré, et dans les cas de laryngite chronique.

Ce sont les eaux de la source Vieille qui sont employées en pareil cas.

D'après M. Daralde, ces eaux jouissent d'une grande activité, et ne doivent être prescrites qu'avec beaucoup de ménagements. On commence par des doses faibles qu'on élève graduellement en surveillant avec soin leurs effets; car il est des malades chez lesquels ils se font sentir d'une manière rapide et quelquefois fâcheuse, même quand ils n'en ont usé qu'à dose très-modérée.

J'ai dit plus haut que les eaux de Bonnes ne ressemblaient pas, sous le rapport chimique, aux autres eaux sulfureuses de la chaîne. Je dois entrer maintenant dans quelques détails.

D'après M. O. Henry, un litre d'eau de Bonnes renferme :

Azote.	traces.	
Acide carbonique.	0 gr.	0064
— sulfhydrique.	0	0055
Chlorure de sodium.	0	3423
— de magnésium. . .	0	0044
— de potassium. . . .	traces.	
Sulfate de chaux.	0	1180
— de magnésie.	0	0125
Carbonate de chaux.	0	0048
Silice et oxyde de fer. . . .	0	0160
Matière organique contenant du soufre.	0	1065
	0 gr.	6045

Longchamps, M. Gintrac et tous les autres auteurs qui ont étudié les eaux de Bonnes, postérieurement aux recherches de M. O. Henry, les ont considérées comme renfermant du sulfure de sodium. Nous chercherons tout-à-l'heure si cette opinion est fondée. Je ferai observer, pour le moment, que les eaux de Bonnes sont remarquables surtout par la forte proportion de chlorure de sodium et de matière organique qu'elles renferment. Elles se distinguent encore de la plupart des eaux sulfureuses de la chaîne par leur faible alcalinité, la moindre quantité de silice et la proportion plus considérable de sulfate de chaux dont l'analyse y démontre l'existence.

En considérant, d'une part, cette composition

exceptionnelle, et, d'autre part, les propriétés médicales toutes particulières de cette eau, je n'ai pu m'empêcher de soupçonner, depuis longtemps, qu'il ne serait pas impossible qu'elle renfermât du sulfure de calcium. L'analyse de M. O. Henry n'y décèle pas la moindre trace de sulfate de soude, et mes idées sur les causes de la minéralisation des eaux me portent à penser que le sulfate de chaux est l'élément qui a fourni, sous l'influence de la matière organique, le sulfure de calcium. Il est à remarquer que les eaux qui se montrent ainsi riches en chlorure de sodium (Gazost, Labassère, Bonnes) ne sont jamais bien éloignées des points d'affleurement des ophites, et par conséquent des couches de sel gemme et de gypse qui les accompagnent presque toujours. Ici le voisinage des sources salées de Salies, en Béarn, rend compte, d'une manière très-satisfaisante, de la composition de l'eau (1).

Dans mon opinion, si l'on peut, quelque part, résoudre expérimentalement le problème de l'origine des eaux sulfureuses des Pyrénées, c'est à Bonnes plutôt qu'ailleurs qu'on y parviendra probablement. S'il était démontré, par exemple, que les eaux de Bonnes, dont les relations avec les couches salines qui accompagnent les ophites me semblent évidentes, sont minéralisées par le sulfure de calcium, il deviendrait presque certain que c'est le

(1) C'est à M. Leymerie que je dois cette explication qui me paraît on ne peut plus rationnelle.

sulfate de chaux que l'eau a rencontré dans ce terrain qui a été décomposé et transformé en sulfure de calcium par la matière organique.

Ce qui se passe à Bagnères-de-Bigorre, où certaines sources deviennent accidentellement sulfureuses, serait un phénomène du même ordre se produisant par hasard sous nos yeux, au lieu de se produire à une grande profondeur. La liaison des eaux sulfuré-calciques avec les terrains tertiaires ne serait pas aussi générale que le pensent certains auteurs, et les eaux sulfureuses n'auraient, dans la grande majorité des cas, qu'un seul mode de formation.

Il semble, au premier abord, que l'analyse chimique peut lever toute incertitude à cet égard; mais, quand on y regarde de près, on trouve que la solution n'est pas aussi facile qu'on aurait pu le penser; et je considère cette recherche, que je me propose d'entreprendre, comme l'une de celles qui présentent le plus de difficultés.

En revanche, elle peut conduire à la solution de l'une des plus belles questions relatives à la physique du globe.

EAUX-CHAUDES.

Les Eaux-Chaudes sont situées dans la partie supérieure de la vallée d'Ossau : une route pratiquée sur le flanc de la montagne, route qui est une œuvre d'art, pleine de hardiesse et de beauté, rend l'accès du village très-facile.

Les sources des Eaux-Chaudes sont au nombre de six.

Le tableau suivant fait connaître leur température, leur richesse en sulfure et en chlorure de sodium, et leur alcalinité :

NOMS des SOURCES.	Température.	Quantité de sulfure de sodium dans un litre d'eau.	Quantité de chlorure de sodium dans un litre d'eau.	Quantité de carbonate ou silicate alcalin, représentée par son équivalent en carbonate de soude.
Clot.	34,10	0 gr. 0090	0 gr. 0997	0 gr. 0960
Le Rey.	34,80	0 0098	0 0969	0 0945
L'Esquirette. . . .	33,40	0 0083	»	0 0900
Baudot.	27,20	0 0080	0 1150	0 1050
Laressecq.	25,20	0 0083	»	»
Minvielle.	25,00	0 0043	»	»

J'ai analysé, en 1852, l'eau de la source Baudot, et je lui ai trouvé la composition suivante :

Sulfure de sodium.	0,0087
Chlorure de sodium. . . .	0,1150
Sulfate de chaux.	0,1030
Silicate de chaux.	0,0050
— de magnésie. . . } — d'alumine. . . . }	traces.
Sulfate de soude.	0,0420
Carbonate de soude. . . .	0,0350
Iode.	traces sensibles.

Toutes les sources contiennent en plus ou moins grande quantité et laissent déposer cette matière

pseudo-organique connue sous les noms de barégine ou de glairine.

Les Eaux-Chaudes conviennent dans le traitement de la plupart des maladies qui réclament l'emploi des eaux sulfureuses en général. D'après M. Isarié, médecin-inspecteur de ces eaux, les affections contre lesquelles on peut les employer plus spécialement sont (1) : les rhumatismes chroniques, articulaires ou musculaires; la sciatique, principalement quand elle est liée à une diathèse rhumatismale; la goutte, les ulcères et les plaies d'une cicatrisation difficile. Les névralgies de l'estomac et du tube digestif ne leur résistent pas quand la source qui convient à ce genre de traitement est bien choisie. La scrofule, dans ses formes nombreuses, comme les engorgements lymphatiques, les ophthalmies scrofuleuses, cède aussi à la médication par les Eaux-Chaudes. La dysménorrhée, et les accidents produits par la suppression du flux hémorrhoïdal, cèdent le plus souvent à leur action, car il est rare qu'elles ne rappellent pas ces écoulements. Enfin, elles décentralisent les principes herpétique et syphilitique en les portant sur la peau, et aident à leur guérison.

Voici les propriétés spéciales de chacune de ces sources :

L'eau du Clot est la plus excitante. Elle agit sur-

(1) *Aperçu historique, topographique et médical sur les Eaux-Chaudes*, par le docteur Isarié, p. 37 et suiv., 1852.

tout avec force pour combattre les rhumatismes, rappeler le flux menstruel supprimé, le flux hémorrhoïdal et les éruptions herpétiques.

La source Chaude de l'Esquirette fournit une eau peu excitante comparativement à celle du Clot. Elle convient, en effet, dans les maladies nerveuses, où il faut se garder de développer de la surexcitation.

La source de l'Esquirette tempérée, moins excitante encore que la précédente, est très-efficace dans les inflammations chroniques. C'est surtout contre les affections utéro-vaginales, avec engorgement et ulcérations, accompagnées de douleurs plus ou moins vives, que cette eau, administrée en douches ascendantes, est réellement d'une efficacité remarquable.

Le Rey guérit souvent les rhumatismes qui ont résisté à l'action plus énergique du Clot. Les organisations lymphatiques et scrofuleuses qui ont besoin d'être ménagées, celles des enfants, par exemple, qui présentent une débilité et une impressionnabilité très-grandes, se trouvent bien des bains pris à cette source.

La source Baudot fournit une eau d'une digestion facile et très-employée en boisson. Cette eau est détersive, résolutive et diurétique, à un point plus élevé que les autres sources. Elle exerce une action fortifiante sur les muqueuses bronchiques, sans jamais déterminer, même à assez haute dose, de mouvement fébrile; elle guérit les catarrhes humides, opère la résolution des lésions qui constituent

la pneumonie chronique, et exerce même une salutaire influence sur les symptômes qui caractérisent la phthisie à son début. Cette source, nouvellement découverte, a déjà acquis une certaine célébrité par les cures qu'elle a produites. Elle mérite un rang distingué dans le groupe des Eaux-Chaudes; car elle a une spécialité d'action qu'elle ne partage pas avec les autres, et lui donne, par conséquent, un caractère particulier. D'après l'analyse chimique, l'eau de la source Baudot serait sensiblement plus alcaline que celle des autres sources des Eaux-Chaudes; peut-être cette alcalinité plus prononcée n'est-elle pas étrangère aux propriétés spéciales qu'elle possède.

Larressecq donne une eau très-résolutive, qui est employée traditionnellement, et avec un succès qui ne s'est pas démenti, dans le traitement des plaies, ulcères, ophthalmies chroniques et scrofuleuses, engorgement des articulations, etc. Elle n'a pas démérité de la réputation qu'elle avait dans un temps déjà bien éloigné de nous, et qui lui valut du premier des Bordeu le nom de Fontaine de Salut.

La source Minvielle a une température de 11° seulement. On comprend donc combien elle doit être froide dans la saison des eaux. Ceux qui la boivent sans ménagement peuvent en éprouver et en éprouvent des accidents quelquefois graves.

Le tableau suivant, que j'emprunte au rapport de M. Patissier, complètera les données précédentes

et fixera suffisamment les praticiens sur la valeur thérapeutique des Eaux-Chaudes :

TABLEAU récapitulatif des maladies traitées aux Eaux-Chaudes pendant l'année 1849, par M. Laffore.

DÉSIGNATION DES MALADIES.	Nombre de chaque maladie.	Nombre des malades guéris.	Nombre des malades soulagés.	Nombre des malades traités sans succès.	Nombre des malades dont l'état s'est aggravé.
Rhumatismes articulaires et musculaires.	142	49	55	38	»
Goutte.	5	1	2	2	»
Maladies des articulations.	21	10	7	4	»
Scrofules.	27	8	9	8	2
Paralysies.	9	1	3	4	1
Affections des organes de la digestion. .	48	16	21	9	2
Affections des organes de la respiration et de la circulation.	23	7	11	3	2
Névralgies.	19	3	7	6	3
Dermatoses.	19	4	7	6	2
Maladies utérines.	44	24	12	8	»
Maladies sans siége déterminé.	46	16	15	11	4
Totaux. . . .	403	139	149	99	16

EAUX SULFUREUSES DU DÉPARTEMENT DE L'ARIÉGE.

AX.

Considérée au point de vue du nombre et de l'abondance des sources, la station thermale d'Ax est certainement l'une des plus remarquables des Pyrénées; on n'y compte pas moins de 53 sources

sulfureuses dont les températures et la richesse en principes minéralisateurs sont très-variées.

Des eaux minérales très-chaudes y coulent sur la voie publique, et sont utilisées, soit pour divers usages domestiques, soit pour le désuintage des laines.

Les eaux d'Ax ont été étudiées à plusieurs reprises par des savants distingués : Venel et Bayen, Pilhes, Chaptal, Dispan, Magnes-Lahens et Longchamps s'en sont successivement occupés. MM. Rolland, Astrié et Alibert les ont examinées surtout au point de vue thérapeutique. Je leur ai consacré moi-même un temps beaucoup plus court que je n'eusse voulu, et qui a été suffisant pour me faire apprécier leur importance et le parti considérable qu'on en pourrait tirer.

Les propriétés physiques et chimiques des eaux minérales d'Ax sont à peu près les mêmes que celles des eaux de Bagnères-de-Luchon ; je me dispenserai donc de les énumérer ; je me contenterai de faire remarquer que certaines sources d'Ax, qui sont riches en silice, fournissent sur les voûtes de leurs réservoirs ou sur la partie supérieure de leurs conduits, des incrustations de soufre, et qu'on trouve dans cette localité des eaux blanchissantes (eau bleue, n° 4 du Teich). Je me suis assuré que la couleur de l'eau bleue n'est pas due à une illusion d'optique. Ce qu'on appelle l'eau bleue est tout simplement une eau dégénérée, qui tient en suspension une petite quantité de soufre, et qui est com-

parable à l'eau blanche de Bagnères-de-Luchon ; mais l'eau bleue étant moins sulfureuse ne paraît blanche que lorsqu'on la voit sous une grande épaisseur.

Les eaux d'Ax sont administrées dans trois établissements principaux qui sont le Teich, le Couloubret, le Breilh; elles sourdent presque toutes dans les attérissements, et prennent naissance, sans aucun doute, dans les montagnes granitiques qui les avoisinent.

Dispan, qui analysa, en 1802, plusieurs sources d'Ax, les trouva composées comme il suit :

Sources du Couloubret.

	Eau du bain Fort.	Source n° 4.
Muriate de soude.	0gr.0221	0gr.0177
Matière végéto-animale. . .	0 0221	0 0221
Carbonate de soude desséché.	0 0708	0 0619
Oxyde de fer au maximum.	»	0 0089
Oxyde de manganèse. . . .	0 0022	»
Oxyde de manganèse et magnésie.	»	0 044
Alumine.	0 0044	»
Silice.	0 0354	0 0354
Perte.	0 0288	0 0288
	0gr.1858	0gr.1792

Sources du Teich (eau bleue).

1 kilogramme d'eau a fourni, indépendam-

ment du gaz hydrogène sulfuré, un résidu pesant 0 gr. 2500.

Ce résidu se compose de:

Carbonate de soude sec.	0 gr.	1090
Muriate de soude.	0	0163
Silice dissoluble.	0	0066
Matière végéto-animale.	0	0052
Silice indissoluble.	0	0509
Carbonate de chaux.	0	0066
Fer et alumine.	0	0044
Magnésie.	vestige.	
Eau ou perte.	0	0510
	0 gr.	2500

Source n° 4 des bains du Teich.

1 kilogramme de cette eau a produit un résidu pesant 0 gr. 2084.

Ce résidu se compose :

Muriate de soude et matière végéto-animale, avec trace de soude.	0 gr.	0775
Silice en gelée.	0	0167
Soude silicée, sans carbonate, avec trace de sulfate. . . .	0	0292
Résidu insoluble de silice. . .	0	0667
Carbonate de chaux et de fer.	traces.	
Perte	0	0183
	0 gr.	2084

Eau du petit Robinet.

1 kilogramme d'eau a fourni un résidu de 0 gr. 2081.

Ce résidu se compose :

Muriate de soude.	0 gr.	0044
Matière végéto-animale	0	0142
Carbonate de soude	0	0885
Soude silicée.	0	0127
Résidu insoluble	0	0531
Perte.	0	0352
	0 gr.	2081

Eau de la grande Pyramide.

1 kilogramme a produit un résidu de 0 gr. 2417.

Ce résidu se compose :

Muriate de soude et matière végéto-animale	0 gr.	1292
Soude silicée	0	0175
Carbonate de soude, trace. . / Résidu insoluble de silice. .	0	0792
Carbonate de chaux.	0	0083
Perte	0	0075
	0 gr.	2417

M. Magnes-Lahens qui entreprit, en 1821, l'analyse des eaux de l'établissement du Breilh les trouva composées comme il suit :

Source n° 1, température 39,37, pesanteur spé-

NOMS DES SOURCES.	Température	Quantité de sulfure de sodium dans un litre d'eau	Quantité de sulfure dans un bain de 300 litres à 35°.	Quantité de carbonate et silicate, représentée par son équivalent en carbonate de soude anhydre pour un bain de 300 litres.	LIEUX D'OBSERVATION.
			ÉTABLISSEMENT DU BREILH.		
Canalette Breilh	27,40	0 gr. 00	»	21 gr. 700	Au robinet. Cabinets nos 1 et 2.
No 4	40,80	»	»	21 250	*id.*
S. des cabinets nos 5 et 6	38,00		»	21 200	Au robinet des baignoires.
S. des cabinets nos 7 et 8. Cette source coule aussi dans les cab. no 1 et 2	45,00	»		21 000	*id.*
S. des nos 9 et 10	29,00	»	»	21 250	*id.*
S. des nos 11, 12 et 13	43,00	»		21 300	*id.*
Petite sulfureuse	45,00	0 0184	»	»	A la buvette; cette source n'est pas employée en bain.
Fontan	53,00	0 0221	3 gr. 028	18 900	Au robinet des baignoires
Douche	56,00	0 0184	»	»	*id.*
Etuve	62,00	0 0098	»	»	*id.*
			ETABLISSEMENT DU COULOUBRET.		
No 1	31,50	0 gr. 0036	»	»	Au réservoir.
id.	»	»		»	Au robinet.
No 4	38,00	0 0073	»	»	Au réservoir.
id.	36,00	0 0018		»	A la buvette.
Mélange des 2 sources précédentes	35,10	»	»	22 gr. 800	Au robinet des baignoires.
No 4	42,00	0 0085	»	»	Au griffon
Eau majeure	52,00	0 0184	»	22 380	*id.*
Bain fort nouveau	43,80	0 0196	4 135	22 270	Au robinet des baignoires.
Bain fort vieux, mélange de l'eau majeure avec l'eau du bain fort	»	0 0178	»	»	
Montmorency	30,32	»	»	14 880	Au robinet des baignoires.
Canalette	»	»	»	21 130	*id.*
Etuve du Couloubret	66,80	0 0196	»	»	Au griffon.
A côté de la précédente	65,00	0 0182	»	»	*id.*
			ÉTABLISSEMENT DU TEICH.		
Viguerie	73,20	0 gr. 0284	2 gr. 840	8 gr. 300	Au griffon.
id. refroidie par serpentinage	0,000	0 0135	»	»	*id.*
Bain Viguerie, préparé avec l'eau chaude et l'eau serpentinée	35,00	0 0160	4 800	23 200	Dans la baignoire.
Pyramide, fournissant aux douches	65,70	0 0221	»	»	*id.*
Mélange de la source Astrié, avec quelques autres, fournissant aux cab. 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 et 30	42,30	0 0049	1 058	10 700	Au robinet des baignoires.
No 4, qui alimente les cabinets 6, 7, 8, 9, 10 et 11	54,00	0 0160	»	»	Dans le réservoir.
Eau bleue qui alimente les cabinets nos 12, 13, 14 et 15	45,00	0 0018	0 3520	14 200	Au robinet des baignoires.
No 6, qui alimente les cabinets 1 à 15 inclus.	»	0 0024	»	»	*id.*
Pompe qui alimente les cab. 1 à 6 inclus.	24,6	0 0016	»	»	*id.* Cette source m'a paru assez fortement alcaline.)
Quod, qui de la buvette va aux douches.	64,00	0 0197	»	»	A la buvette.
Grande grotte.—filet du milieu	49,00	0 0196	»	»	A la source.
Buvette St-Roch, no 5, à droite	42,00	0 0184	»	»	A la buvette.
Buvette St-Roch, no 5, à gauche	38,00	0 0049	»	»	*id.*
Filhol	54,00	0 0184	»	»	Au griffon.
			SOURCES QUI COULENT SUR LA VOIE PUBLIQUE.		
Canons	75,40	0 gr. 0270	»	»	A la canelle.
id. refroidie en vase clos	»	0 0171	»	»	*id.*
Rossignol supérieur	77,50	0 0270	»	»	Au griffon.
id. refroidie en vase clos	»	0 0160	»	»	*id.*
Coustou	39,50	0 0120	»	»	*id.*
Eau du puits d'Orlu, no 1	55,20	0 0120	»		*id.*
No 2	64,00	0 0123	»	»	*id.*

cifique, 1,0045. Source n° 5, servant aux douches, température 66,87 ; pesanteur spécifique 1,0044.

	Source n° 1.		Source n° 5.	
Muriate de soude..	0 gr.	0354	0 gr.	0532
Matière végéto-animale. .	0	0390	0	0426
Carbonate de soude desséc.	0	0815	0	0690
Silice..	0	0390	0	0442
Oxyde de manganèse. . .	0	0036	0	0036
Alumine.	0	0018	0	0036
Perte.	0	0372	0	0283
	0 gr.	2375	0 gr.	2445

Le tableau ci-contre, qui résume les expériences que j'ai faites, en 1853, fera connaître les températures, la richesse en sulfure de sodium, et l'alcalinité des principales sources.

Toutes les expériences portées dans ce tableau ont été exécutées avec un soin minutieux ; des essais faits sur les eaux, soit refroidies, soit additionnées de chlorure de barium, m'ont permis de tenir compte de l'influence de la température et de l'alcalinité de l'eau sur le degré sulfhydrométrique, et de corriger convenablement ce dernier. Quand il s'est agi des eaux considérées sur les lieux d'emploi, la correction a été telle que le degré sulfhydrométrique a été quelquefois réduit à zéro ; d'autres fois, il a dû être diminué de 40 à 50 p. %. Ceci prouve une fois de plus que lorsqu'on fait des expériences de ce genre, sans s'entourer des précautions convenables, on s'expose à commettre des erreurs grossières.

J'ai découvert, dans les eaux d'Ax, des traces d'iode et de borate de soude.

M. Alibert-Constant, qui s'est occupé de l'étude des eaux d'Ax, les divise en trois familles; les caractères de la première famille sont les suivants :

1° Elles n'ont pas d'odeur ;

2° Elles louchissent en blanc par l'acétate de plomb ;

3° Elles ne déposent pas de barégine.

Les sources de la seconde famille ont les caractères suivants ;

1° Elles dégagent une odeur hépatique plus ou moins marquée;

2° Elles noircissent par l'acétate de plomb ;

3° Elles déposent de la barégine.

Voici les caractères de la troisième famille :

1° Elles dégagent une odeur hépatique très-marquée ;

2° Elles noircissent par l'acétate de plomb ;

3° Elles ne contiennent pas de barégine et ne laissent déposer sur leur passage que du soufre en nature.

En conséquence, les eaux de la première famille ne contiennent ni soufre ni barégine ; les eaux de la seconde famille contiennent du soufre combiné et de la barégine ; les eaux de la troisième famille contiennent du soufre libre et pas de barégine.

M. Alibert a présenté dans le tableau suivant les sources d'Ax, groupées en famille, avec la température de chacune d'elles en regard.

Principales sources d'Ax, disposées en familles.

Première famille.

Basse.	24°00
Rougnoux..	24,50
Canalette.	25,00
Montmorency.	31,00
Fontaine du jardin du Teich. . .	31,00
Pompe du Teich.	32,00
N° 9 du Breilh.	33,00
N° 1 du Breilh.	36,00
Gourguette.	36,00
N° 6 du Teich.	38,00
N° 4 du Breilh.	41,50
N° 7 du Breilh.	48,00
Eau bleue du Teich.	48,00
N°s 11, 12 et 13 du Breilh. . . .	51,00
Etuve du Breilh.	63,00

Deuxième famille.

N° 4 du Couloubret.	39,60
Saint-Roch (à gauche).	40,00
Coustoux (à gauche).	42,00
id. (à droite).	42,50
Saint-Roch (à droite).	44,00
Bain fort (nouveau).	44,50
id. (ancien).	45,00
N° 4 du Teich.	46,00
Source Astrié.	46,00
Petite sulfureuse du Breilh. . . .	47,00

A droite dans la grotte du Teich.	48,00
Pyramide du Breilh.	52,00
Grotte du Teich (à gauche). . . .	53,00
id. (au milieu). . .	55,00
Fontan.	58,00

Troisième famille.

Puits d'Orlu.	64,00
Quod.	64,00
Etuve au coin du bassin de Lavre.	64,00
Pyramide du Teich.	65,70
Etuve de l'Hôpital (source à droite).	67,00
Etuve de l'Hôpital (au milieu). . .	68,00
Viguerie.	73,50
Canons.	74,80
Rossignol inférieur.	76,75
Rossignol supérieur.	77,00

Il m'est impossible d'accepter la manière de voir de M. Alibert; il est bien vrai que les sources qu'il désigne comme n'étant pas sulfureuses fournissent avec l'acétate de plomb des précipités blancs quand on les examine sur les lieux d'emploi; mais quand on les analyse à leur griffon ou le plus près possible de ce griffon, il est très-facile de s'assurer qu'elles sont primitivement sulfureuses et qu'elles ont perdu en route le peu de sulfure alcalin qu'elles renfermaient. Ainsi, par exemple, en examinant dans le réservoir lui-même la source n° 1 du Couloubret (la Gourguette), j'ai reconnu, sans peine, qu'elle était manifestement sulfureuse. L'eau bleue

du Teich est évidemment une eau sulfureuse dégénérée qui tient du soufre en suspension, comme M. Fontan l'avait depuis longtemps reconnu.

Si M. Alibert eût concentré de l'eau de l'une de ces sources, il n'eût certainement pas écrit qu'elles ne contiennent pas de barégine. Toutes les sources sulfureuses, quand même elles sont dégénérées, renferment une matière organique azotée en dissolution, comme l'a dit Anglada; mais toutes ne la laissent pas déposer à l'état insoluble, et on aurait tort de conclure de l'absence du dépôt à l'absence de la matière organique en dissolution.

Des observations du même genre peuvent être faites relativement aux eaux de la troisième famille. J'ai fait évaporer de l'eau de la source Viguerie, pour y constater la présence de l'iode; j'ai fait évaporer plus tard de l'eau des canons pour y rechercher l'acide borique, et j'ai trouvé dans toutes les deux de la matière organique en dissolution.

Enfin, il m'est impossible d'admettre que les eaux de la troisième famille contiennent du soufre libre. J'ai expliqué, en parlant des eaux de Luchon, la manière dont se produisent ces dépôts de soufre, et ce que j'ai dit des premières est, de tout point, applicable à celles d'Ax.

Quoi qu'il en soit, il résulte de tout ce qui précède que les eaux sulfureuses d'Ax sont abondantes et variées, et qu'elles offrent aux médecins et aux malades des ressources très-considérables. L'aménagement de ces eaux laisse encore à désirer, mal-

gré les louables efforts qu'ont faits leurs propriétaires pour les placer dans de bonnes conditions.

On peut donner à Ax des bains d'eau sulfureuse dégénérée, à des températures basses, à des températures moyennes, et des bains chauds. On peut y administrer, en outre, des bains sulfureux moyennement riches, et on y administrera, quand on le voudra, des bains contenant autant de sulfure de sodium que ceux de Baréges. Il suffirait, pour y parvenir, de recevoir, par exemple, l'eau de la source Viguerie dans un serpentin dont le tube fût d'un diamètre tel, que l'eau pût en remplir entièrement la capacité; il faudrait, en outre, que l'eau qui doit être serpentinée fût prise au griffon même et ne servît pas, comme cela a lieu actuellement, à échauffer l'étuve du Teich. Il serait facile de partager la source en deux portions, dont l'une serait destinée à l'étuve, et l'autre au serpentin. En refroidissant l'eau de la source Viguerie jusqu'à 35° à l'abri de l'air, on obtiendrait des bains qui contiendraient, par 300 litres d'eau, 8 gr. 520 de sulfure de sodium.

Les propriétés thérapeutiques des eaux d'Ax ont été soigneusement étudiées par le docteur Gustave Astrié, à la thèse duquel j'ai fait de nombreux emprunts.

M. Astrié divise les bains en doux, en moyens et en forts; les buvettes peuvent être classées de la même manière.

Les sources douces conviennent pour le traite-

ment des affections nerveuses; elles fournissent des bains qui, bien que sédatifs, ne sont pas débilitants. L'eau Bleue du Teich a la réputation d'être antigraveleuse. Parmi ces sources, on distingue, au Couloubret, la Canalette, la Gourguette, Montmorency; au Breilh, les sources nos 1, 2, 3, 4 et la source Nouvelle; au Teich, le n° 6, l'eau Bleue, la buvette de Saint-Roch, l'eau du Grand-Bassin, la Pompe.

Les sources moyennes conviennent dans les cas spéciaux où est indiquée l'action thermale et sulfureuse (rhumatismes, dartres, scrofules), mais où une susceptibilité vive du système nerveux ou de l'appareil circulatoire prescrit une application prudente et graduée de ces agents. On tire aussi un bon parti de ces eaux pour combattre certaines affections subaiguës de l'utérus.

On peut citer, comme appartenant au groupe des eaux moyennes : au Couloubret, le n° 4 et l'eau du réservoir qui alimente les cabinets 5, 6, 7, 8 et 9; au Breilh, la Petite sulfureuse, le n° 6, la Pyramide; au Teich, le n° 4, la buvette ouest de Saint-Roch, la source Astrié, la buvette du Petit Robinet.

Les sources fortes conviennent plus particulièrement aux individus doués d'un tempérament mou, lymphatique, à réaction organique lente et paresseuse, aux maladies fixes et rebelles, aux affections chroniques enracinées.

Parmi ces eaux, je citerai : au Couloubret, les

deux bains forts, la douche et l'étuve; au Teich, la source Viguerie, la Grande Pyramide, la source Quod; au Breilh, la source Fontan.

Les eaux d'Ax sont, par leur température élevée et par la facilité avec laquelle elles émettent de l'acide sulfhydrique, mieux appropriées que d'autres à l'entretien des étuves humides. Il existe dans l'établissement du Teich une étuve dans laquelle la température de l'air s'élève à 48°. Ces étuves, dit M. Astrié, ont une action très-puissante contre certains rhumatismes tenaces et certaines dartres rebelles. « Envoyez-nous, écrivait M. Astrié père à un médecin éminent de Paris (1), les malades accablés de rhumatismes, couverts de dartres ou de tumeurs scrofuleuses, les lymphatiques à chairs molles et bouffies, à fibres peu irritables, les paralysies partielles par cause métastatique, les pâles couleurs par suppression de règles, etc., et ils vous rapporteront de bonnes nouvelles de nos eaux. »

M. Astrié a donné dans sa thèse le tableau des maladies traitées aux bains d'Ax, pendant dix-neuf ans, par son père et par M. Rolland, avec les résultats du traitement hydrothermal, comparé dans les trois établissements du Teich, du Couloubret et du Breilh. Je regrette que l'étendue de ce tableau ne me permette pas de l'insérer dans cet ouvrage; je renvoie donc ceux qui voudraient le consulter à la

(1) *De la Médication thermale appliquée*; par le docteur Gustave Astrié, page 39.

thèse remarquable de M. Astrié, pages 40 et suiv. ils y trouveront le résumé de 17,028 cas observés de 1826 à 1845.

Enfin, pour compléter les données précédentes j'emprunte au rapport de M. Patissier, publié en 1852, le tableau suivant, extrait des travaux de M. Alibert.

TABLEAU récapitulatif des maladies traitées à Ax pendant l'année 1850, par M. Alibert.

DÉSIGNATION DES MALADIES.	Nombre.	Guéris.	Soulagés.	Effet nul.	Aggravés.	Résultat inconnu.
Maladies des articulations.	350	83	165	72	30	»
Maladies de la peau.	154	55	56	39	4	»
Maladies du système nerveux. . .	117	9	35	63	10	»
Maladies des membranes muqueuses	94	4	47	33	»	10
Maladies du système musculaire. .	86	8	27	45	6	»
Maladies du système osseux. . . .	61	6	43	10	2	»
Maladies du système glandulaire. .	50	4	27	19	»	»
Maladies des yeux.	28	2	9	12	5	»
Maladies du nez.	20	»	1	6	»	13
Maladies du système sanguin. . . .	24	2	8	14	»	»
Maladies des oreilles.	12	1	3	8	»	»
Maladies syphilitiques.	10	4	3	3	»	»
Douleurs sans caractères particuliers	9	1	3	2	3	»
Maladies diverses.	29	2	3	21	3	»
Totaux. .	1,044	181	430	347	63	23

Je ne terminerai pas cet article sans exprimer à M. Gustave Astrié, à M. le docteur Sicre, à M. Marcaillou, à M. Sicre, propriétaire des bains du Breilh, et à M. Rivière, propriétaire de l'établissement du Teich, ma reconnaissance pour l'empressement

qu'ils ont mis, soit à me fournir les renseignements qui m'étaient nécessaires, soit à me seconder dans mes opérations.

SOURCES DE MÉRENS.

Ces sources, au nombre de trois, sont situées dans des prairies, à l'est de Mérens, à une distance d'environ 200 mètres du village, à droite de la rivière dite du Nabre. La source supérieure sourd dans un pré, à gauche de la route. Elle possède une température de 45°; un litre d'eau renferme 0 gr. 0061 de sulfure de sodium. La source du Pré moyen est à 50 mètres environ au-dessous de la précédente, à droite du chemin; sa température est de 36°. Un litre de cette eau renferme 0 gr. 0022 de sulfure de sodium. La source inférieure est encore située à droite de la route, au-dessous de la précédente; sa température est de 39° : elle renferme par litre 0 gr. 0032 de sulfure de sodium ; elle laisse déposer de la barégine d'une belle couleur rouge carmin.

Ces sources sont pauvres en chlorures et en sulfates, elles sont moyennement alcalines. Il est à regretter qu'on n'en tire aucun parti, car la température des deux dernières, qui est très-voisine de celle du corps humain, autorise à croire qu'on en obtiendrait de bons effets dans des cas très-nombreux.

EAUX SULFUREUSES DU DÉPARTEMENT DES PYRÉNÉES-ORIENTALES.

Le département des Pyrénées-Orientales est sans contredit le plus riche en eaux sulfureuses de tous ceux qui sont compris dans cette chaîne de montagnes. Les eaux thermales de ce département ont été, de la part d'Anglada, l'objet de recherches savantes et approfondies qui ont été complétées, dans ces derniers temps, par les travaux remarquables de M. Bouis. Peu d'eaux minérales sont aussi bien connues sous le rapport de leur composition.

Les eaux sulfureuses des Pyrénées-Orientales se distinguent par quelques caractères particuliers de celles des Pyrénées; ainsi, par exemple, elles donnent presque sur-le-champ un précipité blanc quand on les mêle avec de l'eau de chaux, ce qui semble indiquer qu'elles contiennent de l'acide carbonique. Anglada déclare en effet, dans ses analyses, que l'eau de certaines sources laisse dégager un peu d'acide carbonique lorsqu'on la fait bouillir (l'eau de Molitg est dans ce cas).

N'ayant pas pu visiter encore cette partie des Pyrénées, ce que j'en dirai sera extrait des travaux d'Anglada, de M. Bouis, du docteur Roux, de MM. François et Fontan.

AMÉLIE-LES-BAINS.

Le village d'Amélie-les-Bains est situé au fond

d'un petit vallon, un peu au-dessus du confluent du Tech et du Mondoni. Les sources thermales y sont nombreuses et abondantes; les principales sont :

NOMS DES SOURCES.	LIEU d'observation.	Température.	Quantité de sulfure de sodium contenue dans un litre d'eau.
Grand Escaldadou.	au griffon.	61,00	0 gr. 0205
Petit Escaldadou.	*id.*	64,00	0 0217
Bains Hermabessière.	*id.*	61,00	0 0160
Arago, aux bains Pujade. . .	*id.*	60,00	0 0160
Amélie.	*id.*	47,00	0 0088
Manjolet.	à la buvette.	43,00	0 0135
Gourg-Nègre.	*id.*	44,00	0 0124
Piscine de natation.	»	40,00	»

Voici, d'après Anglada, la composition chimique des eaux du Grand Escaldadou et de la source Manjolet, rapportée à un litre :

	Grand Escaldadou.	Manjolet.
Sulfure de sodium. . .	0 gr. 0396	0 gr. 0317
Glairine.	0 0109	0 0158
Carbonate de soude. . .	0 0750	0 0623
— de potasse. .	0 0026	traces.
Chlorure de sodium. .	0 0418	0 0164
Sulfate de soude. . . .	0 0421	0 0504
Silice.	0 0902	0 0378
Carbonate de chaux. .	0 0008	0 0012
Sulfate de chaux. . . .	0 0007	0 0010
Carbonate de magnésie.	0 0002	0 0004
	0 gr. 3039	0 gr. 2170

Il existe à Amélie-les-Bains deux établissements particuliers qui appartiennent aux docteurs Pujade et Hermabessière, et un établissement militaire que l'administration de la guerre fait construire sur les plans de M. François; ce dernier établissement, qui est alimenté par la source du Grand-Escaldadou, renferme une vaste piscine de natation.

Les eaux d'Amélie-les-Bains conviennent pour le traitement de la plupart des maladies qui sont avantageusement modifiées par les eaux sulfureuses en général; mais ce qui constitue leur spécialité, c'est le traitement des affections de poitrine et la possibilité qu'ont les malades d'y séjourner en hiver, comme au Vernet. Les établissements particuliers d'Amélie-les-Bains présentent, au point de vue des ressources balnéaires, de grands avantages sur la plupart des autres établissements des Pyrénées : bains, douches, piscines, étuves, salle d'inhalation : tout s'y trouve, et dans d'exellentes conditions.

Comme on a pu en juger par les chiffres que j'ai donnés plus haut, les eaux d'Amélie-les-Bains, étant très-chaudes et moyennement sulfureuses, doivent fournir des bains qui ne renferment qu'une dose peu considérable de sulfure de sodium.

BAINS DE LA PRESTE.

En remontant le cours du Tech, on trouve, à une distance de 28 à 30 kilomètres d'Amélie-les-Bains, l'établissement de la Preste.

La principale source de cette station thermale a été analysée par Anglada. D'après ce savant chimiste, sa composition est la suivante :

Sulfure de sodium.	0 gr.	0127
Glairine.	0	0103
Carbonate de soude.	0	0397
— de potasse.	traces.	
— de chaux.	0	0009
— de magnésie. . .	0	0002
Sulfate de soude.	0	0206
— de chaux.	0	0007
Chlorure de sodium.	0	0014
Silice.	0	0421
Perte.	0	0051
	0 gr.	1337

Il résulte de cette analyse que l'eau de la Preste est peu chargée de matériaux salins, puisque le poids du résidu qu'elle fournit n'est que le tiers environ de celui que donne un égal volume d'eau de la source du Grand Escaldadou.

L'eau de la Preste jouit d'une réputation spéciale pour le traitement des maladies des voies urinaires. Telle que les malades l'emploient, elle est fortement dégénérée, et plutôt alcaline que sulfureuse.

MOLITG.

Les sources de Molitg se trouvent dans une petite vallée qui débouche dans celle de la Tet ; elles sont utilisées dans deux établissements qui portent les

noms de bains Massia et bains Llupia. Voici, d'après M. Bouis, leur température et leur sulfuration :

NOMS DES SOURCES.	LIEU d'observation.	Température.	Quantité de sulfure de sodium contenue dans un litre d'eau.
Baignoires.	au griffon.	37,80	0 gr. 0180
Douches..	au s. du bassin.	36,20	0 0167
N° 1.	au griffon.	38,00	0 0186
N° 2.	*id.*	35,62	0 0124
N° 4.	*id.*	36,25	0 0127

Les eaux de Molitg sont remarquables par leur onctuosité. Anglada, MM. Bouis et Roux assurent qu'elles ne s'altèrent que lentement au contact de l'air.

Voici, d'après Anglada, la composition de ces eaux :

Sulfure de sodium.	0 gr.	0436
Glairine..	0	0073
Carbonate de soude.	0	0715
— de potasse.	0	0119
— de chaux..	0	0023
— de magnésie. . . .	0	0002
Sulfate de soude.	0	0111
— de chaux.	0	0013
Silice.	0	0411
Chlorure de sodium.	0	0168
Perte.	0	0030
	0 gr.	2101

Les propriétés médicales des eaux de Molitg sont analogues à celles des eaux de la Preste. D'après les analyses de MM. Roux et Bouis, ces sources seraient beaucoup moins sulfureuses que ne l'avait pensé Anglada; cependant, comme leur température est assez basse, elles peuvent fournir des bains sulfureux assez riches, et dont l'action doit être douce et analogue à celle des eaux de Saint-Sauveur.

LE VERNET.

Vernet-les-Bains est situé au pied du Canigou, à une petite heure de marche de Villefranche-de-Conflent.

Les sources minérales y sont nombreuses et variées; leurs eaux sont administrées dans deux établissements distincts, dont l'un est connu sous le nom d'établissement des Commandants, et l'autre sous celui d'établissement Mercader.

L'établissement des Commandants, qui est le plus considérable, est pourvu des appareils balnéaires les plus commodes et les plus complets, entouré de vastes bâtiments d'habitation distribués et meublés avec goût; combiné enfin de manière à pouvoir satisfaire à la fois à tous les besoins, à toutes les convenances, il réunit des conditions que présentent rarement, au même degré, les établissements de ce genre.

Cet établissement renferme vingt-six baignoires, vingt-quatre douches de différentes espèces, et un

magnifique vaporarium, qui se compose de huit cabinets d'étuve, éclairés par un dôme vitré, et où les vapeurs sèches et humides sont administrées avec un soin tout particulier.

Comme à Aix, le vaporarium est une salle circulaire. Le dôme vitré qui la couronne y répand un jour agréable. Tout autour sont rangés les huit cabinets formant des étuves isolées, où le malade, assis sur une grille, reçoit les vapeurs qui se dégagent des soubassements et qui échauffent graduellement l'atmosphère en s'arrêtant au point prescrit par le médecin. Au centre est un joli salon en forme de rotonde. Les malades, sans déranger le service des douches, peuvent s'y réunir et y passer des heures entières dans une atmosphère dont la température est douce et bienfaisante.

La source qui alimente le vaporarium sort du roc même sur lequel est appuyée la voûte. Un réservoir creusé dans le rocher la renferme très-hermétiquement par le moyen d'un mur perpendiculaire bâti avec du ciment romain ; ce qui conserve à l'eau tous ses gaz et toute son énergie. En face du vaporarium ont été établis trois cabinets de douches, à l'imitation des cabinets dits des Princes, d'Aix en Savoie. Au moyen des appareils nombreux et des ajustages divers dont ces cabinets sont pourvus, vingt combinaisons de douches peuvent y être administrées. J'ai fait connaître plus haut l'opinion de M. Lallemand sur le parti qu'on peut tirer, au Vernet, des inhalations sulfureuses.

Les sources qui alimentent l'établissement des Commandants sont les suivantes :

NOMS DES SOURCES.	Température.	Quantité de sulfure de sodium contenue dans un litre d'eau.
N° 2 du vaporarium.	56,00	0 gr. 0248
N° 1, au griffon.	58,55	0 0223
Supérieure du Jardin..	45,20	0 0186
Remise.	41,00	0 0180
Inférieure du Jardin.	51,30	0 0161
BAINS DE LA MAISON NEUVE.		
Supérieure du Jardin..	43,00	0 0136
Inférieure du Jardin.	35,00	0 0099
BAINS ELISA.		
Elisa..	33,40	0 0105

Les températures et les degrés sulfhydrométriques, portés dans ce tableau, ont été déterminés par M. Fontan.

Les buvettes sont aussi nombreuses que les sources mêmes; les principales sont alimentées par la source n° 1 des anciens thermes, la source de la Comtesse et la source Elisa.

L'établissement Mercader est aussi pourvu d'appareils convenables et variés; il renferme cinq sources bien aménagées, dont la température varie de 42 à 33° centigrades. M. Roux a trouvé qu'un litre d'eau de la source principale renferme 0 gr. 0155 de sulfure de sodium.

Les eaux du Vernet ont été analysées par Anglada et par M. Bouis. D'après Anglada, la source n° 1 des anciens thermes était composée comme il suit :

Glairine.	0 gr. 0090
Hydrosulfate de soude cristallisé.	0 0593
Carbonate de soude.	0 0571
Sulfate de soude.	0 0291
Chlorure de sodium.	0 0121
Silice.	0 0496
Carbonate de chaux.	0 0008
Sulfate de chaux.	0 0037
Carbonate de magnésie.	traces.
Perte.	0 0051
	0 gr. 2258

M. Bouis, qui a analysé la source n° 2 du bâtiment du Petit-Saint-Sauveur, lui assigne la composition suivante :

Sulfure de sodium.	0 gr. 0406
Carbonate de soude.	0 0730
— de potasse.	traces.
Sulfate de soude.	0 0270
Chlorure de sodium.	0 0120
Carbonate de chaux de magnésie / Sulfate de chaux	0 0040
Silice.	0 0600
Glairine ou barégine.	0 0110
	0 gr. 2276

Les eaux du Vernet sont employées pour combattre une foule d'affections qui peuvent être avantageusement modifiées par les eaux sulfureuses en général ; mais elles sont plus spécialement recommandées dans les cas où l'on veut utiliser l'action des vapeurs sulfureuses chez les personnes atteintes de phthisie. Quelques malades viennent passer l'hiver auprès de ces sources. Les chambres du grand établissement sont entretenues à une température de 15 à 18° par des conduits que parcourt l'eau thermale.

SOURCES D'OLETTE.

Les sources d'Olette sont remarquables par leur nombre, leur volume et leur température. M. Bouis a récemment publié sur ces eaux un travail fort remarquable auquel je vais emprunter les documents suivants :

Ces sources, qui sont au nombre de 31, sont divisées en trois groupes qui portent les noms de groupe Saint-André, groupe de l'Exalada et groupe de la Cascade. Leur température est comprise entre 27 et 78°.

Quelques-unes de ces sources sont tellement abondantes, qu'elles constituent de véritables torrents d'eau sulfureuse. Sous ce rapport, la station thermale d'Olette est l'une des plus remarquables des Pyrénéées.

Un litre d'eau de la source Saint-André a fourni à M. Bouis :

Oxygène, Azote,	volumes indéterminés.	
Sulfure de sodium.	0 gr.	02829
Carbonate de soude.	0	04785
Potasse.	0	00821
Soude.	0	03542
Sulfate de soude..	0	06500
Chlorure de sodium.	0	03160
Chaux..	0	00813
Silice.	0	14300
Alumine, Magnésie, Fer, Iode,	proportions trop faibles pour être isolées ; évaluées ensemble, à	0 03000
Glairine (composé azoté).	0	03400
	0 gr.	43150

D'après ce même chimiste, un litre d'eau de la source de la Cascade renferme :

Oxygène, Azote,	volume non déterminé.	
Sulfure de sodium.	0 gr.	03010
Silice.	0	16400
Carbonate de soude.	0	03842
Potasse.	0	00940
Soude.	0	03841
Sulfate de soude.	0	06200
Chlorure de sodium.	0	03200
Chaux.	0	00733

Alumine, Magnésie, Fer, Iode,	proportions trop minimes pour être déterminées isolément, évaluées à.	0	04200
Composé azoté.		0	03600
		0 gr.	45966

Le docteur Puig, qui a eu l'occasion de traiter plusieurs malades au moyen des eaux sulfureuses d'Olette, a publié des observations nombreuses, desquelles il résulte que ces eaux se sont montrées utiles pour combattre diverses affections rhumatismales, des maladies nerveuses générales, des affections des voies urinaires (affections calculeuses), des maladies de la peau, des bronchites et des laryngites chroniques. M. Puig a obtenu de bons effets de l'emploi de ces eaux dans le traitement des entorses; enfin, il s'en est servi avec succès pour combattre des maladies goutteuses et pour amener la cicatrisation de vieilles blessures.

Ces eaux, très-chaudes et proportionnellement peu sulfureuses, sont remarquables par l'énorme quantité de silice; aussi, fournissent-elles des incrustations de soufre; ce qui a fait dire à M. Bouis qu'on pourrait, à bon droit, appeler la source de la Cascade source de soufre.

Les eaux d'Olette sont encore peu connues et peu employées.

ESCALDAS.

Le village possède deux établissements thermaux connus, l'un sous le nom de bains Colomer, l'autre sous le nom de bains Merlat.

D'après M. Roux, la grande source de l'établissement Colomer possède une température de 46°, et renferme par litre 0 gr. 0186 de sulfure de sodium.

La source principale de l'établissement Merlat marque 33,10 au thermomètre centigrade, et renferme 0 gr. 0155 de sulfure de sodium par litre (Roux).

Voici, d'après Anglada, la composition chimique de l'eau de ces sources :

	Colomer.	Merlat.
Glairine.	0 gr. 0075	0 gr. 0261
Sulfure de sodium. . . .	0 0333	indétermin.
Carbonate de soude. . . .	0 0274	0 0479
— de potasse. . .	0 0117	»
— de chaux.. . .	0 0003	0 0064
— de magnésie. .	0 0005	0 »
Chlorure de sodium. . .	0 0094	0 0218
Sulfate de soude..	0 0181	0 0945
— de chaux.	0 0003	»
Silice.	0 0390	0 0261
	0 gr. 1475	0 gr. 2228

Les eaux d'Escaldas sont employées dans le traitement des diverses affections qui réclament l'emploi de la médication sulfureuse.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES SUR LA COMPOSITION CHIMIQUE ET L'ACTION THÉRAPEUTIQUE DES EAUX SULFUREUSES THERMALES.

Après avoir fait connaître la composition chimique et les propriétés médicales des principales eaux sulfureuses des Pyrénées, il sera bon, si je ne me trompe, de jeter un regard en arrière et d'analyser l'ensemble des faits dont nous avons présenté les détails.

Et d'abord, la composition chimique de ces eaux nous permet-elle de nous rendre compte des analogies et des différences que présentent, au point de vue de leur action sur l'économie, les diverses sources que nous avons examinées ? La question n'est pas aussi facile à résoudre qu'on pourrait le croire au premier abord et qu'on l'a écrit bien souvent, sans y avoir suffisamment réfléchi. Les chimistes pensent naturellement que la connaissance de la qualité et de la quantité des principes minéralisateurs ne peut pas être indifférente pour le médecin : ils n'admettent pas que l'activité des eaux soit due à quelque chose qui serait insaisissable, immatériel, à quelque chose de vital, comme l'ont écrit certains auteurs, et ils croient que de bonnes et consciencieuses analyses peuvent, dans la grande majorité des cas, permettre de prévoir la manière dont les eaux devront agir. Plusieurs médecins, au contraire, regardent les analyses chimiques comme

parfaitement inutiles, et ils objectent aux prétentions des chimistes l'exemple d'eaux, qui, tout en renfermant la même quantité de sulfure de sodium, agissent d'une manière fort différente sur des malades atteints des mêmes affections.

Il est certain que si, ayant à traiter des personnes qui souffrent de la même maladie, on envoie les unes à Baréges, les autres à Bonnes, d'autres à Cauterets, d'autres enfin à Saint-Sauveur ou à Bagnères-de-Luchon, et qu'on ait le soin de leur prescrire l'usage des eaux que l'analyse chimique présente comme les plus analogues, on n'observera pas les mêmes effets, et les chimistes sembleront être en défaut. Je dis pourtant qu'il n'en sera rien, et je vais le prouver.

Pour tirer une conclusion quelconque de la comparaison d'un certain nombre de faits, il faut, avant tout, que ces faits soient parfaitement comparables; or, il me sera facile de démontrer que, jusqu'à ce jour, on ne s'est pas placé dans la condition nécessaire pour pouvoir comparer d'une manière logique, et déduire de la pratique des conclusions irréprochables.

Il ne suffit pas, en effet, que deux eaux soient également riches en sulfure alcalin pour qu'elles doivent être considérées, *à priori*, comme devant agir de la même manière sur les malades ; il faut encore, et tout le monde comprendra qu'il doit en être ainsi, qu'elles possèdent la même température, et qu'elles soient administrées de la même manière;

il faut, de plus, que les individus qu'on soumet à leur action soient eux-mêmes aussi comparables que possible sous le rapport de l'âge, de la constitution, du tempérament, etc. Or, je le demande, ces conditions sont-elles ordinairement remplies? Evidemment non; mais si elles ne le sont pas, il est impossible de conclure, et pourtant on n'hésite pas à le faire. J'ai montré, par exemple, que des eaux qui sont pareilles à leur griffon parviennent souvent sur les lieux d'emploi si différentes les unes des autres, qu'il est impossible qu'elles agissent de la même manière; mais quand on a constaté, ou plutôt quand on croit avoir constaté, à l'aide d'un peu de teinture d'iode, qu'elles renferment au griffon la même dose de principe sulfureux, on se persuade aujourd'hui très-généralement qu'on est suffisamment renseigné; et parti d'un principe faux on arrive naturellement à des conclusions inexactes. Sous ce rapport, la sulfhydrométrie, qui est par elle-même une excellente méthode, conduit ceux qui ne sont pas profondément versés dans l'étude de l'analyse chimique à des résultats tels, qu'on en viendra peut-être à regretter un jour qu'elle ait été inventée. On a vu plus haut, par exemple, qu'en prenant, à la manière ordinaire, le degré sulfhydrométrique de l'eau de certaines sources de Bagnères-de-Luchon au robinet des baignoires, on pouvait se tromper de plus de 50 p. %.

Pour qu'on pût, comme je l'indiquais tout-à l'heure, comparer entre eux des faits parfaitement

comparables, il faudrait d'une part que l'on connût, d'une manière aussi précise que le comporte l'état actuel de la science, la composition chimique des diverses eaux sulfureuses et à leur griffon et sur les lieux d'emploi; il faudrait, en outre, que toutes les analyses eussent été exécutées à l'aide du même procédé et par des hommes dont l'habileté ne fût pas douteuse. Malheureusement, nous ne savons presque rien sur la composition chimique de la plupart des eaux sulfureuses prises ailleurs qu'à leur griffon. D'un autre côté, les divers médecins de chaque localité thermale, administrant les eaux chacun à sa manière, on ne peut rien déduire de la différence des effets produits par des eaux de composition analogue. Il est reconnu, par exemple, que les eaux de la source Vieille de Bonnes provoquent plus facilement l'hémoptysie que celles de la source de la Raillère, à Cauterets; mais, comme l'a fort bien fait observer M. Constantin James, les moyens dérivatifs auxquels on a recours à Cauterets, et qu'on n'emploie pas ordinairement à Bonnes, ne sont peut-être pas étrangers à cette différence d'action; il serait très-important, à mon avis, d'employer l'une et l'autre de ces eaux de la même manière, si l'on veut comparer leurs effets.

L'expérience semble avoir démontré que les eaux de Bagnères-de-Luchon conviennent surtout pour le traitement des affections cutanées. Est-ce parce qu'elles sont plus riches en soufre, ou parce qu'elles sont plus chaudes que d'autres, ou bien encore

parce qu'elles sont pour la plupart très-chaudes et très-sulfureuses? Les comparaisons suivantes jetteront, je l'espère, quelque jour sur cette question.

L'eau sulfureuse de Saint-Sauveur possède une composition telle qu'un bain de 300 litres renferme environ 6 gr. 900 de sulfure de sodium anhydre. Un bain de Reine et Froide, à Bagnères-de-Luchon, n'en contient pas autant, et il excite bien davantage. Les bains ordinaires de Baréges ont, à peu de chose près, la même richesse en éléments sulfureux que ceux de Saint-Sauveur, et pourtant ils agissent d'une manière bien différente. Ces résultats, qui semblent extraordinaires au premier abord, cessent de surprendre quand on tient compte de tout ce qui peut exercer une influence sérieuse sur les effets de l'eau minérale. La température du bain de Saint-Sauveur est de 32°,20 centigrades; celle du bain de Bagnères-de-Luchon est ordinairement de 35°; celle du bain de Baréges est à peu près la même que cette dernière : il en résulte ce qu'on aurait pu prévoir, c'est qu'à égalité de sulfuration l'eau la plus froide se montre sédative; ce qui ne l'empêche pas de laisser jouir le malade des effets en quelque sorte spécifiques de l'élément sulfureux. Ajoutez à cela qu'à Luchon l'eau, laissant dégager beaucoup plus d'acide sulfhydrique qu'à Baréges, le soufre se trouve porté plus rapidement et plus directement dans le sang, et vous comprendrez pourquoi les affections cutanées et une foule d'autres qui, bien qu'externes en apparence, se lient, comme tout le

monde l'admet, à un vice humoral, et reconnaissent par conséquent une cause interne, sont plus facilement guéries dans cette station thermale qu'à Barèges, et pourquoi dans cette dernière localité, où les eaux thermales jouissent d'une moindre altérabilité, les plaies d'armes à feu et une foule d'autres affections externes et purement locales sont traitées avec plus de succès qu'ailleurs. Ceci n'empêche pas qu'on n'y puisse traiter aussi avec succès des maladies qui reconnaissent une cause interne; mais, dans ce dernier cas, ces eaux ne se montrent pas supérieures à d'autres. Si l'on considère combien le bain préparé avec l'eau des sources de César et des Espagnols, à Cauterets, renferme peu de sulfure de sodium; si l'on se rappelle pourtant que ce bain est considéré comme beaucoup plus excitant que celui de la Raillère, qui est plus riche en sulfure de sodium, on sera convaincu une fois de plus de l'influence que les différences de température exercent sur les effets thérapeutiques des eaux sulfureuses.

Veut-on traiter des affections qui cèdent à l'emploi de beaucoup de chaleur et beaucoup de soufre, c'est aux eaux de Luchon qu'il faut s'adresser. J'ai examiné des bains préparés avec de l'eau de la Grotte inférieure pure, qu'on laissait refroidir à l'air pour la donner sans mélange d'eau froide, et ces bains ne renfermaient pas moins de 15 à 16 grammes de sulfure de sodium sur 300 litres. Je ne crois pas qu'on pût atteindre ailleurs, dans les Pyrénées, un

chiffre aussi élevé; il serait facile de le dépasser à Luchon.

Convient-il d'employer des eaux très-chaudes et peu sulfureuses? Ax, Olette, Bagnères-de-Luchon et une foule d'autres stations thermales pourront en fournir. On trouverait dans les mêmes localités des eaux très-chaudes et moyennement sulfureuses.

Mais si l'on veut employer des sources très-riches en sulfure de sodium et dont la température soit inférieure à celle du corps humain, les eaux de Saint-Sauveur me paraissent devoir être placées au premier rang. Enfin, dans le cas où il est nécesaire d'avoir recours à des eaux peu chaudes et faiblement minéralisées, quelques-unes des sources des Eaux-Chaudes, celles de Ferras à Bagnères-de-Luchon, la Gourguette et le n° 4 du Couloubret à Ax, et une foule d'autres, pourront remplir les indications qui se seront présentées.

Nous n'avons comparé jusqu'ici les eaux sulfureuses des Pyrénées que sous le rapport de leur température et de leur richesse en sulfure de sodium, et pourtant il faudrait bien tenir compte des principes qui accompagnent l'élément sulfureux; ceux-ci, comme je l'ai dit au commencement de ce livre, jouent dans l'eau thermale les rôles d'adjuvant ou de correctif; mais nous sommes si peu renseignés sur leur action thérapeutique, qu'il faudra nous borner à de simples conjectures.

Le silicate de soude, que M. Fontan considère

comme exerçant une action analogue à celle de l'iodure de potassium, se trouve dans les diverses eaux sulfureuses en proportion si variable, qu'il est raisonnable de penser qu'il n'est pas étranger aux différences que présentent les eaux de diverses localités. En général, les eaux les plus chaudes sont les plus riches en acide silicique, soit libre, soit combiné. Les eaux de la source Saint-André, à Olette, sont les plus siliceuses de la chaîne; celles d'Ax sont abondamment pourvues de silicates; celles de Bagnères-de-Luchon le sont aussi, quoiqu'un peu moins que celles d'Ax; celles de Bonnes contiennent, au contraire, fort peu de silice.

Les diverses eaux sulfureuses des Pyrénées sont aussi bien loin de se ressembler sous le rapport de leur alcalinité. J'ai montré que celles de Labassère, de Barèges, de Visos et quelques-unes de celles d'Ax et de Cauterets sont plus alcalines que d'autres (1). En général, les eaux que l'analyse chimique conduit à considérer comme les plus alcalines, sont celles qui ont été remarquées depuis longtemps

(1) Ce que je dis ici est complètement en opposition avec les faits annoncés par M. Fontan dans le Mémoire qu'il adressa, en 1837, à l'Académie de Médecine, puisque dans ce Mémoire les eaux de Baréges sont citées comme beaucoup moins sulfureuses que celles de Luchon. Je n'hésite pas à déclarer que M. Fontan s'est trompé sur ce point. Il suffira, pour s'en convaincre, d'examiner comparativement ces eaux comme je l'ai indiqué avec de la teinture de tournesol et un acide sulfurique titré.

comme se distinguant des autres par leur action spéciale sur les plaies, sur certains ulcères et sur d'autres affections, plutôt locales que générales. Ces eaux s'altèrent lentement à l'air, et laissent dégager peu d'acide sulfhydrique.

Le chlorure de sodium existe en proportion variable dans les eaux sulfureuses des Pyrénées : un bain de 300 litres en renfermerait, à Bonnes, 85 gr. 50 ; à Cauterets (La Raillère), 7 gr. 92 ; à Saint-Sauveur, 30 gr.... En général, dans chaque localité l'eau la plus sulfureuse est en même temps la plus riche en chlorure.

Les eaux sulfureuses dégénérées ne se ressemblent pas plus que les eaux pures ; leur composition dépend, et de leur nature, et de la manière dont elles ont subi le contact de l'air. J'ai prouvé, par exemple, que les eaux riches en silice et à température élevée, laissent dégager la presque totalité de leur principe sulfureux, sous la forme d'acide sulfhydrique, lorsqu'on les expose à l'air libre ; en pareil cas, l'eau dégénérée est devenue tout simplement une eau alcaline ; mais si ces mêmes eaux subissent le contact d'un air limité, il s'y produit du polysulfure de sodium, du sulfite et de l'hyposulfite de soude.

J'ai exposé les idées de M. Astrié, relativement au rôle que joueraient le sulfite et l'hyposulfite de soude qu'on trouve dans les eaux sulfureuses dégénérées, dans le traitement des affections syphilitiques et des accidents que provoque l'usage immodéré des pré-

parations mercurielles. Depuis cette époque, un jeune praticien, qui joint à une rare intelligence une grande modestie, M. Omer Colomiès a bien voulu, sur ma demande, faire à Toulouse, sur un assez grand nombre de malades, des essais qui ont consisté, soit à traiter, par une solution de sulfite de soude, des stomatites mercurielles graves, soit à prescrire, en même temps, l'usage du sulfite et des préparations mercurielles pour prévenir les accidents. Dans tous les cas, les résultats ont été tels que je ne crois pas qu'il soit possible aujourd'hui d'élever le moindre doute sur l'efficacité du sulfite de soude, soit pour empêcher les accidents que provoque le mercure de se produire, soit pour les guérir quand ils se sont produits. Je vais donner un résumé très-court des six observations que M. Colomiès a bien voulu me confier. On en trouvera les détails dans un mémoire qu'il se propose de publier sur ce sujet.

La première observation se rapporte à un étudiant, âgé de vingt-quatre ans, qui, au moment où il vint réclamer les secours du médecin, portait à l'aine gauche un bubon qui était le siége d'une inflammation très-intense; le repos absolu, la diète, la situation horizontale et l'application d'une forte couche de collodion amenèrent bientôt la résolution de la tumeur; mais alors trois chancres se montrèrent sur la couronne du gland, et dès-lors, la nécessité d'un traitement mercuriel étant bien démontrée, le malade fut soumis à l'usage du protoiodure

de mercure et de la tisane de salsepareille. Le malade, fort indocile de sa nature, n'accomplissait pas régulièrement les prescriptions du médecin, il s'exposait à l'humidité, rentrait tard chez lui. Au bout d'un mois, il fut pris d'une stomatite : ne voulant pas renoncer au mercure et forcé d'en empêcher les effets fâcheux, M. Colomiès prescrivit une solution de 16 grammes de sulfite de soude dans un litre d'eau à prendre un quart de verre matin et soir et fit continuer les pilules mercurielles. La stomatite se dissipa en peu de jours ; les deux remèdes furent alors continués simultanément jusqu'à la guérison complète qui eut lieu peu de temps après.

La deuxième observation a pour sujet un étudiant en médecine, qui ayant contracté une affection syphilitique, avait éprouvé des accidents de la même nature que ceux du sujet de l'observation précédente. Ce jeune homme, sans prendre conseil que de lui-même, s'administra matin et soir une cuillerée à bouche de liqueur de Van-Swieten pure. Les chancres furent enduits de pommade au calomel et le bubon frictionné avec de l'onguent napolitain. Au bout de trois semaines le malade remplaça la liqueur par les pilules de Dupuytren, une matin et soir. Bientôt survint une stomatite mercurielle très-intense qui l'obligea à réclamer les conseils de M. Colomiès. Une solution de sulfite de soude (à 30 grammes par litre), fut prescrite à la dose d'un demi-verre le matin à jeun, et les préparations mercurielles furent supprimées. Huit jours après, les

chancres étaient cicatrisés, et le quinzième jour la stomatite était entièrement guérie.

Le sujet de la troisième observation est un étudiant en droit, qui était atteint des mêmes accidents que les deux précédents. Celui-ci fut soumis à l'usage simultané du protoiodure de mercure et du sulfite de soude : la guérison survint dans un temps analogue à celui qui est ordinairement nécessaire, et sans aucun accident.

La quatrième observation a été faite sur un voyageur, qui, après avoir était soumis à un traitement mercuriel, pour obtenir la guérison d'un bubon et d'un chancre, avait été atteint d'une stomatite mercurielle; cette stomatite avait été traitée par les purgatifs, et elle était modifiée, mais non entièrement guérie.

M. Colomiès lui prescrivit la solution de sulfite de soude à 30 grammes et les pilules de protoiodure de mercure. Ce traitement a pu être continué jusqu'à la guérison des accidents syphilitiques sans que la stomatite ait reparu.

La cinquième observation a rapport à une jeune femme qui, ayant contracté une affection syphilitique, fit usage, sans l'avis d'un médecin, de la liqueur de Van-Swieten, et fut atteinte d'une stomatite mercurielle très-grave ; la tuméfaction des gencives et des joues, la rougeur vive de la bouche jointe à de nombreuses ulcérations mercurielles au niveau des arcades dentaires et à une salivation incessante inquiétaient la malade au plus haut point. Le sulfite

de soude, administré à la dose ordinaire, a dissipé la stomatite en quinze jours, sans qu'il ait été besoin de recourir aux purgatifs ou à tout autre médicament. On a repris alors le traitement mercuriel qui a été continué jusqu'au moment où tout symptôme d'affection syphilitique avait disparu.

Enfin, la sixième observation a pour sujet un étudiant en médecine qui, ayant contracté des chancres, fit usage de pilules de Dupuytren et fut pris, au bout de quelques jours, d'une stomatite mercurielle. Ce malade, ayant consulté M. Colomiès, fut soumis au traitement par le sulfite de soude et continua de prendre des pilules. Au bout de quelques jours, la stomatite était complètement guérie, et les préparations mercurielles ont pu être supportées jusqu'à la fin du traitement. Ce malade assurait à M. Colomiès qu'il était convaincu que, sans le sulfite de soude, il lui eût été impossible de continuer son traitement.

Voilà, si je ne m'abuse, des faits significatifs. Depuis l'époque où M. Colomiès me les a communiqués, il en a recueilli d'autres qui ont confirmé la valeur du traitement. Il reste donc bien acquis que des eaux sulfureuses dégénérées, au point de donner avec les sels d'argent des précipités blancs, peuvent être d'un grand secours dans le traitement des affections syphilitiques à divers degrés; qu'elles peuvent favoriser la tolérance du mercure, et qu'on doit les considérer comme efficaces dans le traitement de la cachexie mercurielle. Nous avons vu que

l'eau du bain Bordeu, à Luchon, est riche en sulfite et en hyposulfite de soude.

Les faits que je viens de rapporter ont le double avantage de nous éclairer sur l'une des causes de l'action des eaux sulfureuses dans le traitement des affections syphilitiques, et de signaler à l'attention des praticiens un excellent remède qui sera toujours à leur portée, soit pour prévenir les accidents que provoque le mercure, soit pour les guérir quand ils se seront produits.

Quoique dans les observations que je viens de citer il n'ait été question que de malades atteints d'accidents primitifs de la syphilis, genre de maladie qu'on traite rarement aux eaux, je suis convaincu qu'on obtiendrait des résultats analogues en opérant sur des malades atteints d'accidents secondaires ou tertiaires.

Je ne dis rien de l'action de l'iode que renferment les eaux sulfureuses; car il s'y trouve en si petite quantité qu'il est douteux qu'on puisse le considérer comme jouant un rôle sérieux dans l'action thérapeutique des eaux sulfureuses des Pyrénées. J'en excepte pourtant celles de Gazost qui sont plus riches que les autres.

Quant à la matière organique, son rôle a été si peu étudié que je n'en puis rien dire. On a vu plus haut que les diverses sources des Pyrénées en renferment des quantités très-inégales (1); mais,

(1) Voir le tableau placé à la page 184. Une erreur s'est

comme j'ai eu le soin de le faire observer, les résultats des analyses laissent probablement beaucoup à désirer sous le rapport de la précision.

Les détails dans lesquels je viens d'entrer me paraissent de nature à jeter quelque jour sur les causes de l'action des eaux sulfureuses, et à éclairer les praticiens qui voudraient en prescrire l'usage, sur le choix qu'ils en peuvent faire.

glissée dans ce tableau où j'ai mis le nom de la source Saint-Antoine de Guagno (Corse) à la place de celui de la source de Vinça (Pyrénées-Orientales). Le lecteur est prié de faire la correction.

CHAPITRE II.

Des eaux sulfuré-calciques.

Les eaux à base de sulfure de calcium sont beaucoup moins répandues dans les Pyrénées que les eaux sulfuré-sodiques ; on en trouve cependant quelques-unes qui sont assez remarquables par leur composition chimique, mais dont on n'a pas tiré, jusqu'à ce jour, un grand parti.

De toutes ces sources, la plus riche est, sans contredit, celle qui existe auprès du village de Salies (Haute-Garonne), à côté de l'une des carrières de plâtre de Mont-Saunes. Cette eau m'a paru assez sulfureuse pour mériter d'être analysée. En conséquence, je l'ai visitée en 1853, et j'en ai déterminé avec soin la composition. Je rapporterai, tout-à-l'heure, les résultats de mes recherches. Il existe, en outre, quelques autres sources sulfureuses sur divers points de la chaîne. Je citerai entre autres celles de Pinac, à Bagnères-de-Bigorre, de Cambo (Basses-Pyrénées).

J'ai déjà fait connaître les principaux caractères des sources sulfuré-calciques. On se rappelle que ces eaux sont toutes remarquables par la forte proportion de matériaux salins qu'elles tiennent en

dissolution, par la quantité notable de sulfate de chaux qu'elles renferment, par leur température qui est ordinairement assez basse.

J'ajouterai, pour compléter la description de ces eaux, qu'elles sont encore remarquables par leur faible alcalinité.

Dans les Pyrénées, c'est surtout dans les couches de plâtre qui ont accompagné le soulèvement des ophites que ces sources paraissent prendre naissance. Elles ont été primitivement salines, et sont devenues sulfureuses par suite de la décomposition que les sulfates de chaux et de magnésie qu'elles renferment ont éprouvé sous l'influence des matières organiques, dont le sol qu'elles traversent est visiblement imprégné; c'est presque toujours après avoir traversé des couches plus ou moins épaisses de tourbe, ou après avoir parcouru des prairies tourbeuses, que ces eaux acquièrent l'odeur, la saveur et les autres propriétés qui caractérisent les eaux sulfuré-calciques.

Il existe entre ces sources et les sources salines séléniteuses, qui naissent sur plusieurs points de la chaîne des Pyrénées, une relation évidente et incontestable ; aussi les eaux sulfuré-calciques, considérées au point de vue de leur action thérapeutique, doivent-elles joindre aux propriétés des eaux sulfureuses celles des eaux salines.

Ces eaux, comme l'ont observé plusieurs praticiens, doivent exercer sur l'appareil gastro-intestinal une action dérivative que ne produiraient

pas, au moins au même degré, les eaux sulfuré-sodiques.

Cette association d'une quantité notable de matériaux salins, à une proportion assez forte de sulfure de calcium, doit donner aux sources de ce genre des propriétés toutes particulières, différentes de celles des eaux sulfureuses à base de sulfure de sodium.

Le sulfure de calcium, dit M. G. Astrié (1), paraît être dépourvu de l'action altérante et fluidifiante du sulfure de sodium. Il exerce une réaction alcaline moins prononcée; il est plus facilement décomposé par les acides gastriques et autres, avec émission d'acide sulfhydrique. C'est vainement que M. Bouland a cherché des traces de ce sulfure et de sulfite ou d'hyposulfite dans les urines et les sueurs des malades traités à Enghien. A dose égale, le sulfure de calcium se montre moins actif que celui de sodium, et provoque souvent une constipation opiniâtre.

Bart, de Strasbourg, l'a employé à l'intérieur, associé à l'extrait d'aconit, *pour combattre la phthisie pulmonaire.* M. Harel de Tancrel a rapporté plusieurs cas de guérison bien avérés, dit-il, sous son influence. Hoffmann et Stoll l'ont signalé comme utile dans les scrofules. Les propriétés plus faibles du sulfure de calcium rendent compte de la supériorité que la cliniqne thermale a de tout temps

(1) Mémoire cité.

reconnue aux eaux sulfuré-sodiques dans le traitement des dartres, de certaines bronchites, des affections catarrhales et calculeuses de l'appareil urinaire, des rhumatismes goutteux, etc.

Dans les eaux sulfuré-calciques, les sels à base de chaux et de magnésie remplacent les sels à base de soude qu'on trouve dans les sulfuré-sodiques; certaines de ces eaux (Uriage, Cauvalat) produisent une action dérivative spéciale sur le tube intestinal, mais elles n'ont pas l'action détersive, savonneuse des eaux des Pyrénées.

La prédominance des sels calcaires et magnésiens dans une eau a pour effet de porter sur les voies digestives la plus grande partie de l'action minérale sulfureuse, et d'atténuer l'action habituelle du sulfure sur la peau, la muqueuse bronchique et les voies urinaires.

Lorsqu'on veut agir sur le tube digestif tout en ayant recours à l'élément sulfureux, par exemple, dans certaines affections dartreuses liées à un flux hémorrhoïdal supprimé, c'est à ces eaux qu'on doit recourir de préférence.

On peut, avec la plupart des eaux sulfureuses, produire tous les phénomènes de l'excitation à divers degrés. Toutefois, les sulfureuses sodiques paraissent l'amener plus vivement, plus directement et à moins de frais. Elles tendent surtout à les disséminer sur les appareils pulmonaire, urinaire et cutané.

Les salino-sulfureuses ne la produisent pas d'une

manière aussi régulière, aussi généralisée, et tendent à la localiser aux surfaces intestinales et cutanées par une action irritative.

Enfin, les eaux sulfuré-calciques se distinguent, d'après M. O. Henry, des eaux à base de sulfure de sodium par une plus grande stabilité ; elles perdent moins promptement que ces dernières leur odeur et leur saveur caractéristiques, lorsqu'on les laisse exposées à l'action de l'air ou qu'on les conserve dans des bouteilles. Mes expériences sur ce point sont d'accord avec celles de M. O. Henry ; cependant je considère les eaux thermales des Pyrénées comme beaucoup moins altérables que ne le croit cet habile chimiste.

Les eaux à base de sulfure de calcium ne jouant dans les Pyrénées qu'un rôle très-secondaire, je n'insisterai pas davantage sur leurs propriétés, et je renverrai ceux qui voudraient mieux les connaître aux travaux de MM. O. Henry, Bouland, Gerdy, etc. Je vais rapporter la composition chimique de quelques eaux sulfuré-calciques qui naissent à la base des Pyrénées ou à peu de distance de ces montagnes. Je supprime tous les détails relatifs aux procédés que j'ai suivis pour déterminer la nature et la quantité de chacun des éléments des eaux que j'ai analysées, parce que ces procédés sont analogues à ceux que j'ai décrits, à propos des eaux sulfuré-sodiques, et qu'ils n'ont été de ma part l'objet d'aucune observation importante.

EAU SULFUREUSE DE SALIES (Haute-Garonne).

Les eaux sulfureuses de Salies sont limpides ; elles exhalent une odeur hépatique très-prononcée ; leur saveur est un peu analogue à celle des eaux sulfuré-sodiques, mais elle a quelque chose de marécageux qu'on ne trouve pas dans ces dernières.

Exposée à l'air libre, l'eau de Salies perd peu à peu son odeur et sa saveur ; elle se trouble en même temps, et finit par abandonner un sédiment dans lequel on trouve un peu de soufre mêlé avec des carbonates de chaux et de magnésie.

Soumise à l'action de la chaleur, cette eau laisse dégager à l'ébullition un mélange d'azote, d'acide carbonique et d'acide sulfhydrique.

1 litre de cette eau m'a fourni la quantité suivante de principes minéralisateurs :

Sulfure de calcium.	0 gr. 1135
— de magnésium. . . .	traces.
Carbonate de chaux.	0 1405
— de magnésie. . . .	0 0220
Sulfate de chaux.	1 2142
— de magnésie.	0 2750
Silice.	0 0150
Sulfate de soude. . . . . / Chlorure de sodium.	traces.
Matière organique.	non dosée.
	1 gr. 7802

Comme on le voit, cette eau est très-analogue à

celle d'Enghien, et la quantité de soufre qu'elle renferme est supérieure à celle qu'on trouve dans les eaux sulfuré-sodiques les plus riches des Pyrénées.

La source de Salies est peu abondante, et si l'on voulait un jour en tirer parti, ce n'est qu'en boisson qu'il faudrait songer à l'utiliser. Jusqu'à ce jour, on n'en a fait aucun usage. Je crois pourtant que si les eaux sulfuré-calciques ont, comme le croient des praticiens fort distingués, des propriétés spéciales, on a tort de négliger une source aussi riche. Dans tous les cas, l'analyse que j'en ai donnée permet de prévoir ce qu'on peut espérer de son emploi.

EAU SULFUREUSE DE PINAC.

Cette eau, dont l'origine est certainement la même que celle des autres sources de Bagnères-de-Bigorre, possède une composition chimique analogue à ces dernières; mais, comme elle rencontre dans son trajet une couche de tourbe, elle contracte une odeur légèrement hépatique. D'après M. Ganderax père, qui en a fait l'analyse, l'eau de la source de Pinac est à peine sulfureuse, et ses principales propriétés doivent être celles des eaux salines-séléniteuses.

L'eau de Pinac permet d'apercevoir la relation qui existe entre les eaux salines et les eaux sulfureuses dites accidentelles. D'autres sources salines de Bagnères-de-Bigorre ont présenté momentanément les caractères des sources sulfuré-calciques. C'est ce qui se produisit en 1835 pour une source

située sur les bords de l'Adour ; mais M. Ganderax, inspecteur de ces eaux, ne tarda pas à reconnaître que ce phénomène était dû à ce qu'une source saline traversant une forte couche de matière organique qui provenait d'une usine, située à peu de distance, devenait accidentellement sulfureuse. M. Ganderax fit enlever la couche de matière organique, et l'eau perdit immédiatement les caractères des sources sulfuré-calciques pour reprendre ceux des sources salines (1).

EAU SULFUREUSE DE CAMBO.

L'eau sulfureuse de Cambo sourd à peu de distance du bourg de ce nom, à 12 kilomètres environ de Bayonne.

Cette eau, dont la température est de 22 à 23°

(1) M. Fontan croyait avoir le premier découvert cette transformation; il dit même qu'il avait empêché la ville d'acheter cette source et qu'il avait montré qu'il serait peu convenable de construire un établissement pour l'utiliser; mais M. Ganderax fils assure que tout cela avait été fait par son père, alors inspecteur des eaux de Bagnères-de-Bigorre, et que, dans son rapport à l'Académie de Médecine, ce dernier avait constaté son opinion sur la nature toute accidentelle de cette eau. M. Fontan vint, dit-il, à Bagnères-de-Bigorre quelques mois après; il analysa la source qui, par suite d'une nouvelle accumulation de détritus, avait repris ses caractères sulfureux, et constata les mêmes faits. (Voyez la brochure intitulée : *Opuscule sur les eaux minérales de Bagnères-de-Bigorre*, publiée par les soins de l'administration municipale. Juin 1841, pages 42 et 43.)

centigrades, possède la plupart des caractères physiques et chimiques des eaux à base de sulfure de calcium.

D'après M. Salaignac, qui en a fait l'analyse, elle est composée des matériaux suivants :

Eau, 1 litre.

Azote mêlé de traces d'oxygène. . . .	0 lit.	170
Acide sulfhydrique.	0	004
Acide carbonique.	0	002
Sulfate de magnésie.	0 gr.	4960
— de chaux.	0	9300
Chlorure de magnésium.	0	1250
Carbonate de magnésie.	0	1256
— de chaux.	0	3159
Alumine.	0	0160
Oxyde de fer.	0	0006
Matière grasse soluble dans l'éther. .	0	0260
— insoluble.	0	0060
Silice.	0	0120
	2 gr.	0531

L'eau sulfureuse de Cambo passe pour jouir d'une certaine efficacité dans le traitement des affections cutanées, des engorgements des viscères abdominaux, des scrofules, des catarrhes et des ulcères atoniques.

CHAPITRE III.

Considérations sur les causes probables de la formation des eaux sulfureuses.

S'il est une question qui mérite d'être proposée comme sujet de méditation aux géologues et aux chimistes, c'est bien certainement celle qui consiste à rechercher quelle a pu être l'origine des sulfures dont l'analyse démontre l'existence dans certaines eaux, soit thermales, soit froides, qui sont si nombreuses sur divers points du globe.

La théorie la plus simple est celle qui consiste à admettre que les éléments de ces sulfures se sont trouvés en présence à l'état libre, et qu'ils se sont unis pour constituer directement les combinaisons que renferment les eaux minérales. Mais les faits, qu'il nous est donné d'observer, ne sont pas toujours d'accord avec cette théorie, et, dans des cas assez nombreux, il est de la dernière évidence que ce n'est pas ainsi que les choses se sont passées. Entrons, à cet égard, dans quelques détails.

Si les eaux sulfureuses prenaient toujours naissance à la surface du sol ou à une profondeur peu considérable, il serait possible, en étudiant attentivement la nature des couches qu'elles traversent,

de se rendre compte des causes qui ont contribué à leur communiquer les propriétés qu'elles possèdent ; malheureusement cela n'a lieu que pour un certain nombre d'eaux sulfureuses, et il en est d'autres qui, apparaissant à la surface du sol dans des terrains qui ne renferment pas les éléments nécessaires à leur minéralisation, et se montrant ailleurs très-chaudes à leur point d'émergence, ont évidemment été formées loin des lieux accessibles à nos investigations.

Le mode de formation des eaux sulfureuses froides peut, dans un grand nombre de cas, être observé sans difficulté. C'est ainsi qu'il n'est pas rare de voir une eau très-riche en sulfates pénétrer dans un terrain qui renferme des matières organiques en putréfaction, et en ressortir avec tous les caractères des eaux sulfureuses. En pareil cas, rien n'est plus facile que de se rendre compte de l'origine des sulfures, puisque l'analyse démontre que l'eau, en se chargeant, par exemple, de sulfure de calcium, a perdu, en sulfate de chaux, l'équivalent de ce sulfure ; d'ailleurs, si l'on enlève la couche de matières organiques qui se trouvait sur le passage de la source, celle-ci cesse immédiatement d'être sulfureuse.

Des phénomènes du même genre, qui se produisent dans une multitude de circonstances, démontrent la facilité avec laquelle certaines matières organiques décomposent les sulfates et les transforment en sulfures ; l'odeur que contracte souvent

l'eau des égouts dans les grandes villes est due à une décomposition analogue à celle dont nous venons de parler.

Vogel et après lui plusieurs autres chimistes ont vu que si l'on remplit une bouteille avec de l'eau tenant en dissolution des matières organiques et des sulfates, qu'on la bouche et qu'on la conserve pendant plusieurs mois, il arrive très-souvent qu'on trouve au bout de ce temps que l'eau est devenue sulfureuse.

M. O. Henry a depuis longtemps attribué à l'action que les matières organiques en décomposition exercent sur des eaux chargées de sulfate de chaux, la production du sulfure de calcium que renferment les eaux d'Enghien et d'autres eaux minérales du même genre.

J'ai montré, dans le courant de cet ouvrage, que certaines sources de Bagnères-de-Bigorre étaient devenues momentanément sulfureuses lorsqu'elles avaient rencontré sur leur passage de la tourbe (source de Pinac) ou d'autres matières organiques en voie de décomposition, et qu'il avait été possible, en les privant du contact de la matière organique, de les dépouiller de leur caractère sulfureux.

Il est donc facile, pour les eaux dont il s'agit, de trouver la cause qui détermine la formation du sulfure. On a depuis longtemps remarqué que les eaux qui se produisent ainsi sont riches en sels de chaux, qu'elles naissent dans des terrains d'une origine plus récente que les eaux qui renferment du sulfure

de sodium comme élément minéralisateur, et qu'elles se distinguent de ces dernières par la forte proportion des sels qu'elles tiennent en dissolution et par la nature de ces sels.

M. O. Henry a fait observer que les eaux à base de sulfure de calcium contiennent, indépendamment de la combinaison sulfureuse, des carbonates, des sulfates et des silicates de chaux ou de magnésie, tandis que les eaux à base de sulfure de sodium contiennent principalement du carbonate, du sulfate et du silicate de soude. Il y a donc une ressemblance remarquable dans l'assortiment des sels que renferment les unes et les autres; mais, dans les premières, ces sels sont à base de chaux ou de magnésie ; dans les secondes, ils sont à base de soude.

S'il faut s'en rapporter aux analyses qui ont été faites jusqu'à ce jour, les eaux sulfureuses, dont on peut suivre ainsi le mode de formation, seraient presque toutes à base de sulfure de calcium, et, comme dans beaucoup de cas, des eaux salines contractent accidentellement les caractères des eaux sulfureuses, on a cru pouvoir appeler eaux sulfureuses accidentelles toutes celles qui renferment, comme éléments minéralisateurs, des sulfures de calcium et de magnésium, associés à une forte proportion de sels de chaux et de magnésie.

Il me paraît difficile d'admettre que des eaux sulfureuses qui n'ont éprouvé, depuis des siècles entiers, aucun changement remarquable dans leur compo-

sition chimique, puissent être considérées comme accidentelles, et quand je vois classer parmi ces dernières des eaux thermales contenant du sulfure de sodium et des sels à base de soude (celles d'Aix-la-Chapelle et celles d'Aix en Savoie), je ne puis m'empêcher de douter de l'exactitude de cette division, et d'accepter les dénominations, bien préférables à mon avis, d'eaux sulfuré-sodiques ou d'eaux sulfuré-calciques pour désigner les eaux qui renferment, comme minéralisateur principal, le sulfure de sodium ou le sulfure de calcium.

J'ai fait connaître, au commencement de cet ouvrage, les caractères qui, d'après M. Fontan, permettent de distinguer une source accidentelle d'une source naturelle. Voyons si ces caractères ont une valeur suffisante pour qu'on doive les accepter. D'après M. Fontan,

1° Les sources naturelles naissent toutes dans le terrain primitif, ou sur les limites de ce terrain et du terrain de transition.

1° *bis*. Les sources sulfureuses accidentelles naissent toutes dans le terrain de transition, et plus souvent dans le secondaire et le tertiaire.

2° Les sulfureuses naturelles naissent seules éloignées de toutes autres sources, et contiennent en très-petite quantité des substances salines.

2° *bis*. Les sulfureuses accidentelles sortent toujours à côté de sources salines, et contiennent toujours une grande quantité de substance qu'on trouve dans le résidu de l'évaporation : il s'élève au triple

et même au quadruple de celui qu'on trouve dans les sulfureuses des Pyrénées.

3° Le gaz qui se dégage des sources des Pyrénées est toujours de l'azote pur.

3° *bis*. Celui qui se dégage des eaux sulfureuses accidentelles est de l'acide carbonique mêlé d'acide hydrosulfurique avec des traces d'azote.

4° Les eaux sulfureuses naturelles contiennent une quantité considérable de substance azotée en dissolution, dans quelque point de leur cours qu'on les prenne.

4° *bis*. Cette substance azotée ne se rencontre pas dans les eaux sulfureuses accidentelles : si elle existe, elle doit y être en si petite quantité qu'on ne l'y admet qu'avec doute.

5° Les eaux sulfureuses naturelles contiennent à peine des traces de sels calcaires et magnésiens, et n'en contiennent que d'insolubles.

5° *bis*. Les sulfureuses accidentelles en contiennent plusieurs grammes par litre, et notamment des chlorures de ces deux métaux, que les eaux sulfureuses naturelles ne contiennent jamais.

6° Les eaux des Pyrénées contiennent toutes pour principe sulfureux un sulfure ou sulfhydrate sodique.

6° *bis*. Les sulfureuses accidentelles contiennent, au contraire, du sulfure de calcium, ou hydrosulfate de chaux, de magnésium, de sodium.

7° Presque toutes les eaux sulfureuses naturelles sont thermales, ou si elles sont froides, elles le

doivent à des mélanges d'eau froide ou à de grands circuits qu'elles font dans le sein des roches primitives.

7° *bis*. Toutes les eaux sulfureuses accidentelles sont, en général, froides; ou si elles sont chaudes, on trouve à côté la source saline chaude qui décèle leur origine.

8° Les eaux de Bagnères-de-Luchon, de Baréges, de Cauterets, etc., sont le type des premières.

8° *bis*. Les eaux d'Enghien, de Salies, de Saint-Christau, de Cambo, de Pinac à Bigorre, sont le type des secondes.

En un mot, ces deux sortes de sources ne se ressemblent pas plus entre elles que le goût sulfureux franc des premières ne ressemble au goût fétide et marécageux des secondes; pas plus que le sulfhydrate de soude ne ressemble au sulfure de calcium, pas plus enfin que le sel de Glauber ne ressemble au plâtre de Montmartre.

Cherchons maintenant si les eaux d'Aix, en Savoie, possèdent les caractères des sources accidentelles.

1° Ces eaux sont thermales : premier caractère qui manque le plus souvent aux eaux dites accidentelles;

2° On ne voit pas à côté d'elles la source saline qui leur a donné naissance;

3° La proportion du sulfate de soude y est supérieure à celle du sulfate de chaux;

4° Le poids du résidu sec que fournit 1 litre de l'eau de soufre est de 0 gr. 4300, c'est-à-dire qu'il

est inférieur à celui de certaines eaux des Pyrénées-Orientales que M. Fontan classe parmi les sulfureuses naturelles;

5° Il est hors de doute que ces eaux tiennent en dissolution une matiere organique azotée.

Les eaux d'Aix en Savoie laissent dégager, quand on les fait bouillir, un gaz qui renferme de l'acide carbonique; mais il ne faut pas oublier que, d'après Anglada, certaines eaux sulfureuses (dites naturelles) des Pyrénées-Orientales en laissent dégager aussi (celles de Molitg sont dans ce cas).

Les eaux d'Aix en Savoie contiennent des sels solubles de chaux et de magnésie; mais les eaux de Bonnes en renferment aussi, et pourtant M. Fontan les classe parmi les eaux naturelles. Enfin, d'après M. Bonjean, ces eaux renferment, comme celles des Pyrénées, du sulfure de sodium; tandis que les eaux sulfureuses accidentelles contiennent ordinairement du sulfure de calcium.

Ainsi donc, les eaux d'Aix en Savoie sont loin de posséder tous les caractères des eaux dites accidentelles, parmi lesquelles M. Fontan veut les classer.

La composition chimique de l'eau des sources d'Aix-la-Chapelle ne concorde pas mieux avec la théorie de M. Fontan; car sur 4,101 parties de résidu sec que fournit la source de l'Empereur, il y en a 3,583 qui sont formées par des sels de soude, et seulement 0,209 par des sels à base de chaux ou de magnésie; encore ces derniers sont-ils insolubles, absolument comme dans les eaux des Pyrenées. Il

est à remarquer que c'est du sulfure de sodium que renferment les eaux d'Aix-la-Chapelle (1).

Il me serait aisé, en prenant d'autres exemples, de montrer que la distinction de ces deux genres d'eau est loin d'être aussi facile à établir dans tous les cas que le pense M. Fontan; mais j'en ai dit assez pour qu'on puisse juger du degré de confiance que mérite cette distinction. En faisant ces objections à la théorie précédente, je suis loin de prétendre qu'il n'existe pas de sources qui deviennent accidentellement sulfureuses; je veux seulement montrer que ce n'est pas aussi commun qu'on l'a cru, et qu'il faut bien se garder de vouloir réserver ce mode de formation pour les eaux sulfuré-calciques, puisque les eaux d'Aix-la-Chapelle, par exemple, sont minéralisées par des éléments entièrement semblables à ceux qu'on trouve dans les eaux des Pyrénées, et ne diffèrent de ces dernières que par la proportion plus forte de substances salines qu'elles renferment.

Il ne faut pas perdre de vue que ces eaux, qui sont très-chaudes, se sont minéralisées, comme celles des Pyrénées, dans des lieux inaccessibles à nos investigations, et que, sous ce rapport, elles sont dans le même cas que les eaux sulfureuses dites naturelles.

Nous venons de voir comment se produisent les

(1) *Journ. de Chim. et de Ph.*, t. 20, p. 319. *Analyse des eaux d'Aix-la-Chapelle*, par Liebig.

eaux sulfureuses dont il nous est possible de suivre le mode de formation, et nous avons constaté qu'en pareil cas, c'est toujours l'action des matières organiques sur les sulfates qui a déterminé la production des sulfures. Cherchons maintenant quelle a pu être la cause de la minéralisation des eaux sulfureuses des Pyrénées.

Les sources sulfuré-sodiques des Pyrénées sourdent presque toutes, soit dans le granit, soit à la limite du granit et des schistes qui l'accompagnent. Leur température prouve qu'elles viennent presque toujours d'une profondeur considérable, et nous ne pouvons former que des hypothèses sur l'origine des éléments qu'elles renferment; cependant, leur composition chimique peut jeter quelque jour sur leur origine probable.

Et d'abord, peut-on conclure de ce que ces eaux jaillissent habituellement du granit, du gneiss, du micaschiste, etc., que c'est à ces roches qu'elles ont emprunté leurs principaux éléments? Evidemment non. L'analyse nous montre qu'elles renferment des quantités notables de chlorure de sodium, de sulfates, de matières organiques, dont on n'a jamais indiqué l'existence dans les terrains de cristallisation; ces eaux peuvent donc avoir puisé les sels qu'elles tiennent en dissolution bien loin du lieu où elles se montrent à nous, et il n'est pas impossible qu'une eau qui sort du granit ait pris naissance dans des terrains d'un autre âge, et que le granit ait tout simplement favorisé son arrivée à la surface

du sol, parce qu'en se soulevant, il a disloqué, tourmenté, sur plusieurs points, les couches voisines, et laissé des vides qui ont permis aux eaux thermales de remonter vers la surface. Mais l'eau sulfureuse, en traversant la couche granitique, lui enlèverait une portion de ses éléments, et ainsi s'expliquerait l'origine des silicates de potasse, soude, chaux, magnésie, alumine, etc., dont l'analyse y démontre l'existence.

Ce qui prouve qu'il y a quelque chose de fondé dans cette manière de voir, c'est que les eaux que nous voyons jaillir dans les schistes siliceux (César vieux, à Cauterets) ou dans les calcaires métamorphisés (sources de Baréges), ne renferment pas la plus légère trace d'alumine, tandis que celles qui sortent du granit (Bagnères-de-Luchon) en contiennent une quantité très-sensible. C'est un fait dont je me suis assuré à plusieurs reprises.

Ce qui prouve, mieux que toute autre considération, que ce n'est probablement pas le granit ou les schistes cristallins qui ont fourni aux eaux sulfureuses des Pyrénées leurs principaux éléments, c'est que le feld-spath qu'on trouve dans ces roches est presque toujours de l'orthose; que, par conséquent, la potasse est la base alcaline qui s'y trouve en plus grande quantité, tandis qu'au contraire ce sont les sels de soude qui dominent dans les eaux sulfureuses.

Ainsi donc, toute théorie qui aura pour but d'expliquer la minéralisation des eaux thermales par

l'action de la vapeur d'eau chargée d'acide sulfhydrique ou d'acide carbonique sur les roches dont nous venons de parler, pèchera par sa base; elle ne nous permettra de nous rendre compte des faits que dans le cas où nous admettrions que, dans les profondeurs, les roches sont constituées tout autrement qu'à la surface; ce qui est possible, sans doute, mais ce qui n'est, après tout, qu'une hypothèse de plus.

Jetons un coup-d'œil sur les théories qui ont été proposées, surtout dans ces derniers temps, pour expliquer la formation des eaux sulfureuses thermales.

M. Ch. Sainte-Claire-Deville, qui a examiné avec soin l'altération par voie naturelle et artificielle des roches silicatées, au moyen de l'acide sulfhydrique et de la vapeur d'eau (1), s'est assuré que si l'on fait passer un courant d'air chargé d'acide sulfhydrique et de vapeur d'eau sur des fragments de la roche de la soufrière de la Guadeloupe, les bases alcalines ou terreuses, qui entrent dans sa composition, sont transformées en sulfates. D'où il suit que les sulfates qu'on trouve dans les eaux sulfureuses ne proviennent pas nécessairement et en totalité de l'oxydation des sulfures.

M. Ch. Sainte-Claire-Deville considère le phénomène des eaux minérales sulfureuses comme étant exactement le même que celui qui se passe aux fumaroles volcaniques, aux lagoni, etc. Toutes les

(1) *Comptes Rendus de l'Institut*, t. XXXV, p. 261 et suiv.

circonstances physiques et chimiques, dit-il, peuvent s'identifier de part et d'autre.

Voici d'ailleurs comment cet habile géologue s'explique la formation des eaux thermales à sulfures et carbonates alcalins :

« MM. Fournet et Ebelmen ont prouvé que l'acide » carbonique suffisait à décomposer les silicates; des » dégagements abondants d'acide sulfhydrique peu- » vent, d'un autre côté, transformer en sulfure les » carbonates ainsi formés. Enfin, il reste à savoir si » ces dégagements d'acide sulfhydrique, soit pur, » soit mélangé de vapeur d'eau, à des pressions et » à des températures élevées, ne suffiraient pas » pour transformer directement en sulfures les al- » calis des silicates. »

M. Deville promet d'éclaircir cette question par de nouvelles expériences.

La théorie de M. Deville est sujette à beaucoup d'objections ; je vais présenter les principales :

1° Elle suppose la préexistence d'une source considérable d'acide sulfhydrique dans les lieux où se forment les eaux sulfureuses, sans nous faire connaître l'origine probable de cet acide ;

2° Elle suppose l'existence de courants d'acide carbonique dans ces mêmes lieux ; ce qui est d'autant moins probable qu'aucun des phénomènes, qu'on observe à la surface des Pyrénées, ne trahit la présence de ces masses d'acide carbonique dans l'intérieur des montagnes.

Admettons pourtant que tout cela existe, que la

vapeur d'eau et l'acide carbonique, agissant sur les roches, ont produit des carbonates alcalins, et que ces derniers ont été transformés en sulfures par l'action de l'acide sulfhydrique : il restera à savoir ce qu'a pu devenir l'*acide carbonique mis en liberté au moment de la transformation du carbonate en sulfure*. On sait, à n'en pas douter, que l'acide carbonique libre n'existe que très-rarement dans les eaux sulfureuses thermales; que, s'il est vrai que quelques-unes d'entre elles (Molitg) laissent dégager un peu de cet acide quand on les fait bouillir, il n'est pas moins vrai que le plus grand nombre n'en fournit pas la moindre trace, et que la faible proportion de carbonates alcalins qu'on rencontre dans ces eaux ne permet pas d'admettre que cet acide, réagissant de nouveau sur les roches, a reproduit des carbonates de potasse ou de soude (1). Il faudrait pourtant que la quantité de ces carbonates fût sensiblement l'équivalent de celle du sulfure que contient l'eau.

Il resterait encore à expliquer pourquoi c'est du sulfure de sodium et non du sulfure de potassium qu'on rencontre dans le liquide thermal. Ceci se conçoit pour les eaux qui prennent naissance dans des terrains volcaniques, comme ceux sur lesquels ont porté les observations de M. Deville; mais

(1) Ce n'est qu'à l'aide des expériences les plus délicates qu'on parvient à déceler l'existence de traces de carbonates alcalins dans les eaux sulfureuses des Pyrénées centrales.

ce n'est plus aussi clair lorsqu'il s'agit des Pyrénées.

Enfin, dans cette théorie, rien ne nous éclaire sur l'origine de la matière organique et du chlorure de sodium qui n'existent pas dans les roches auxquelles on fait jouer un rôle aussi important.

D'un autre côté, les incrustations composées de sulfates de chaux, d'alumine, etc., qu'on rencontre à la soufrière de la Guadeloupe, se voient aussi auprès de certaines sources thermales des Pyrénées (Bagnères-de-Luchon, Olette); mais ici leur production ne concourt nullement à minéraliser l'eau ni à nous éclairer sur l'origine des matériaux qu'elle renferme; elle est tout simplement le résultat de la décomposition de l'eau minérale qui laisse dégager de l'acide sulfhydrique. Cet acide, mêlé d'air et de vapeur d'eau, se transforme en acide sulfurique, comme l'a si bien démontré depuis longtemps M. Dumas, et les roches silicatées, abandonnant leurs bases à l'acide sulfurique, fournissent bientôt l'alun, les sulfates de chaux, de magnésie, de fer, de cuivre (1), etc., qu'on y rencontre; mais, je le répète, ceci est visiblement le résultat de la décomposition de l'eau sulfureuse, et ne nous éclaire pas sur sa formation.

(1) J'ai découvert l'existence d'une quantité facilement appréciable de sulfate de cuivre dans les incrustations qui se forment dans les galeries souterraines à Bagnères-de-Luchon.

Ainsi, les expériences de M. Deville, qui sont certainement fort intéressantes, ne nous suffisent pas pour nous rendre compte de la minéralisation des eaux thermales sulfureuses.

M. Frémy a proposé, il y a peu de temps, une théorie différente des précédentes (1). M. Frémy pense que, dans certains cas, il serait possible que des sulfures de bore, de silicium, d'aluminium, de magnésium, rencontrassent de la vapeur d'eau qui les décomposerait en produisant de l'acide sulfhydrique, de l'acide silicique, de l'alumine, de la magnésie; ce qui permettrait d'expliquer la présence dans les eaux sulfureuses d'une quantité notable d'acide silicique.

Cette théorie, que M. Frémy ne présente qu'avec la plus grande réserve, me paraîtrait préférable à la précédente : elle conduit, il est vrai, à admettre que les acides sulfhydrique et silicique sont primitivement libres dans l'eau minérale; mais on conçoit sans peine qu'une eau chargée d'acide sulfhydrique puisse enlever aux roches silicatées une portion de leurs bases pour produire des sulfures; cependant il resterait toujours à savoir pourquoi, dans les Pyrénées, c'est du sulfure de sodium et non du sulfure de potassium qui se produit; il resterait à expliquer d'où viennent la matière organique, le chlorure de sodium, etc.; il resterait enfin à savoir

(1) *Comptes-rendus de l'Institut*, tome XXXVI, p. 180 et suiv.

pourquoi, dans plusieurs sources sulfureuses des Pyrénées (Labassère, Baréges, Saint-Sauveur), le rapport de l'oxygène de l'acide silicique à celui des bases est sensiblement de 3 : 1, c'est-à-dire celui qu'on trouve dans les silicates neutres, tandis que l'eau devrait renfermer de l'acide silicique libre ou des silicates acides.

Il est vrai qu'il existe dans les Pyrénées des eaux dans lesquelles le rapport de l'oxygène de l'acide silicique à celui des bases est de 6 : 1, et qui, par conséquent, se prêteraient mieux que les premières à l'explication de M. Frémy; mais les autres difficultés resteraient tout entières.

La théorie de M. Frémy me paraît applicable aux eaux sulfureuses très-chargées de silice qui se produisent, par exemple, en Islande (1). Ici, en effet, d'après M. Damour, le rapport de l'oxygène de l'acide silicique est à celui des bases :

Pour l'eau du Geyser, de 9 : 1;
de la Badstofa, de 8 : 1;
de Langar, de 6 : 1.

Les analyses n'indiquent pas dans ces sources l'existence d'une matière organique.

Si l'on admet que les silicates qui existent dans les sources sulfureuses des Pyrénées ont été enlevés aux roches qu'ils ont rencontrées sur leur passage,

(1) M. Dumas avait depuis longtemps proposé une théorie de ce genre pour expliquer les phénomènes qu'on observe auprès des lagoni.

on s'explique facilement pourquoi ce sont le plus souvent des silicates neutres qu'on y rencontre ; quant aux sources qui contiennent un excès d'acide silicique, on remarque qu'elles naissent toutes, soit dans le granit, soit dans des schistes siliceux, c'est-à-dire dans des roches qui contiennent un excès de silice par rapport aux bases. La théorie de M. Frémy, comme celle de M. Deville, suppose que les sources des Pyrénées se forment dans des conditions analogues à celles qui président à la formation des sources qu'on voit naître dans les terrains volcaniques.

M. Bunsen, qui s'est occupé avec tant de succès de l'étude de l'Islande, attribue aux eaux sulfureuses de cette contrée un mode de formation différent (1).

La plus simple expérience, dit ce savant, prouve que là où le soufre et la vapeur d'eau sont en contact avec les roches pyroxéniques échauffées, toutes les conditions se trouvent réunies pour la formation des gaz qui se dégagent des solfatares. Si l'on dirige de la vapeur de soufre chauffée au rouge sur du basalte ou sur quelque autre roche pyroxénique, il en résulte une décomposition partielle de l'oxyde de fer contenu dans ces roches, il y a dégagement d'acide sulfureux et production de

(1) Ueber die Processe der vulcanischen Gesteinsbildungen Islands ; von R. Bunsen. *Annalen der Physik und Chemie*, p. 254 et suiv. 1851.

fer sulfuré. Si l'on dirige de la vapeur d'eau chauffée au rouge sur la roche qui a ainsi subi l'action du soufre, il se produit de l'oxyde de fer magnétique et une grande quantité d'acide sulfhydrique. Si la température est très-élevée, une partie de l'acide sulfhydrique se décompose, et l'on trouve de l'hydrogène libre dans les gaz qui se dégagent. En traitant du basalte comme je viens de l'indiquer, M. Bunsen a obtenu un gaz qui contenait :

Acide sulfhydrique.	93,99
Hydrogène.	6,01
	100,00

Ainsi s'explique le dégagement des vapeurs de soufre, d'acide sulfureux, d'acide sulfhydrique et d'hydrogène libre qu'on observe dans les fumaroles.

Dans la première période de ces phénomènes, le dégagement d'acide sulfureux domine, des sources acides coulent au voisinage des cratères, et en réagissant sur les roches elles leur enlèvent les bases alcalines ou terreuses et les transforment en sulfates.

Plus tard, l'acide sulfhydrique apparaît, et sa réaction sur l'acide sulfureux produit les dépôts de soufre qu'on rencontre dans les solfatares : l'acide sulfhydrique devient de plus en plus prédominant, enfin l'acide sulfureux finit par disparaître, avec lui disparaissent les sources acides, et les phénomènes volcaniques entrent dans une nouvelle phase. L'eau qui traverse le sol devient alcaline à cause

de la formation des sulfures alcalins provenant de l'action de l'acide sulfhydrique qui maintenant agit seul ; en même temps apparaît l'action de l'acide carbonique sur les roches, et les carbonates qui en résultent fournissent un moyen de solution pour l'acide silicique.

Voilà, très en abrégé, comment M. Bunsen comprend la série de phénomènes qui donnent naissance aux eaux sulfureuses de l'Islande.

Comme on le voit, cette théorie est assez en rapport avec celle de M. Deville : elle se prête admirablement à l'explication de ce qui a lieu dans les volcans en activité.

Pouvons-nous, dans l'état actuel de la science, l'appliquer aux eaux sulfureuses des Pyrénées ? C'est ce qui me paraît difficile ; cependant j'avoue que l'enchaînement des réactions que décrit M. Bunsen est si simple et si naturel, que si les Pyrénées renfermaient des terrains volcaniques bien caractérisés, je ne serais pas éloigné de l'adopter ; mais on sait qu'il n'en est pas ainsi. Nous devons donc chercher s'il n'existerait pas un moyen plus simple de nous rendre compte de l'origine des éléments des eaux sulfureuses des Pyrénées.

M. O. Henry a proposé d'étendre aux eaux sulfuré-sodiques l'explication qu'il avait donnée de la formation des eaux d'Enghien. Le passage suivant, que j'emprunte à un travail publié, en 1837, par cet habile chimiste, pourra donner une idée de sa manière de voir :

« Pour expliquer la formation des eaux thermales sulfureuses de la chaîne des Pyrénées, on a présenté diverses hypothèses plus ou moins ingénieuses et plus ou moins admissibles. Je n'ai pas ici la prétention de chercher à les détruire; je me propose seulement de soumettre au jugement des chimistes et des géologues mes idées sur ce sujet, qui, plus qu'un autre, peut se prêter aux considérations hypothétiques.

» Les eaux sulfureuses des Pyrénées, ainsi que celles dites dégénérées, qui ont perdu le caractère sulfureux, sortent toutes de terrains primitifs de nature granitique. Beaucoup de chimistes pensent que ces eaux sont minéralisées dans ces terrains ; mais, à mon avis, les matières qui constituent ceux-ci ne se prêtent pas toujours facilement à concevoir de semblables formations. Il est même, dans cette hypothèse, des motifs qui pourraient les rendre peu probables. Les granites, les siennites, les feld-spath, par exemple, qui font la base de ces terrains primitifs, renferment, comme on le sait, des roches à base de potasse, et très-rarement à base de soude; or, dans l'analyse des eaux sulfureuses pyrénéennes, on ne reconnaît presque que des composés salins à base de soude (carbonate, sulfate, muriate et hydrosulfate), avec quelques traces de sels calcaires, et quelques traces aussi seulement de sels potassiques. Or, pourquoi cette absence de ces derniers sels, si les eaux résultent de leur action dissolvante sur les produits des roches feld-spathi-

ques, dont la potasse est un des principes élémentaires?

» En admettant maintenant que les eaux sulfureuses des Pyrénées se minéralisent dans des terrains d'un autre ordre, dans ceux de transition, par exemple, ou mieux encore dans les terrains secondaires, voyons s'il ne serait pas possible d'y trouver des explications assez plausibles. Le terrain primitif, celui de transition, et le terrain secondaire, forment la constitution géognostique de la chaîne des Pyrénées. Le premier est le moins abondant : il comprend du granit, qui, mêlé au gneiss, se trouve sur presque toute la surface de la chaîne, et généralement à quelque distance du faîte. Le terrain de transition, qui est le plus considérable, contient du schiste argileux, de la grauwache schisteuse et du calcaire. Enfin le terrain secondaire, très-abondant aussi dans certaines parties de la chaîne, recèle à la fois de la houille, du sel gemme, des grès rouges, des grès houillers, etc. Dans l'ensemble des matières qui constituent des terrains secondaires et de transition, on remarque, au milieu des bancs de houille, du sel gemme toujours accompagné de sulfate de soude. C'est, à mon avis, là que naissent en quelque sorte les eaux hydrosulfatées alcalines des Pyrénées.

» A des profondeurs considérables probablement, et sous des influences électro-chimiques, ou par celles de la chaleur centrale du globe, le sulfate de soude ne peut-il pas être facilement transformé,

par les matières hydro-carbonées de la houille, en sulfure de sodium et en carbonate de soude, puis même en une petite quantité de soude libre avec de la silice, comme un chimiste habile en a admis l'existence dans les eaux sulfureuses qui nous occupent ? A l'inspection de la composition de ces dernières, en effet, on y reconnaît tous les ingrédients, et cela, pour toutes sans exception, qui se rattachent à une formation de ce genre. Ainsi, à côté de l'hydrosulfate à base de soude on voit le carbonate de la même nature, et peut-être aussi la soude libre, le muriate et le sulfate de soude, la silice, puis quelques traces de sulfate et de carbonate calcaires enlevés également aux mêmes terrains, par l'action de l'eau échauffée, dans ces foyers minéralisateurs. Cette eau vient ensuite sourdre à la surface du sol, en traversant les terrains granitiques, plus abondants à la surface de la chaîne, et suivant les trajets plus ou moins directs et plus ou moins longs qu'elle a parcourus, suivant aussi les eaux étrangères qui s'y sont mêlées, l'action des conrants d'air souterrains qui les auront modifiées : elle conserve des températures diverses, et présente des différences dans la proportion de ses ingrédients, mais toujours la présence de chacun d'eux. Ainsi, dans cette hypothèse, la formation des eaux thermales sulfureuses des Pyrénées serait due à une cause uniforme pour toutes, et aurait lieu dans un petit nombre de foyers minéralisateurs communs, d'où émaneraient les origines de plusieurs sources. La

concomittance des sulfate, muriate, hydrosulfate et carbonate de soude appuie à mon sens l'opinion que j'admets sur la production du carbonate et du sulfure-sodique, dans l'action des matières hydro-carbonées ou carbonées sur le sulfate alcalin primitif. »

Dans un travail postérieur, MM. O. Henry et Boullay ont adopté encore, comme cause principale de la minéralisation des eaux sulfureuses des Pyrénées, la réduction des sulfates par les matières organiques. Dans les divers Mémoires que j'ai publiés sur les eaux minérales des Pyrénées, je me suis rattaché à l'opinion de M. O. Henry, et j'ai fait valoir, à l'appui de cette théorie, de nouveaux arguments que je vais rappeler brièvement :

1° Toutes les eaux sulfureuses des Pyrénées tiennent en dissolution une matière organique.

2° Les eaux les plus sulfureuses de la chaine sont sensiblement dépourvues de sulfates, et lorsqu'il y a dans une même localité plusieurs sources, c'est la moins sulfureuse qui est la plus riche en sulfates, sans contenir pour cela plus d'hyposulfites ou de carbonates que les autres; ce qui semble indiquer que les sulfates ne proviennent pas de la décomposition du sulfure.

3° Si l'on fait bouillir de l'eau sulfureuse jusqu'au moment où elle sera complètement dépouillée de sulfure, qu'on l'enferme dans une bouteille bien bouchée, et qu'on l'y conserve pendant quelques mois, elle redevient fortement sulfureuse. C'est un phénomène que j'ai eu occasion de constater une

première fois sur le résidu de l'évaporation de 50 litres d'eau de la Reine, réduits à un litre, que j'avais conservé pendant un an. Je l'ai observé une seconde fois sur de l'eau de la source Baudot (Eaux-Chaudes). Ayant conservé pendant deux ans de l'eau de cette source dans une bouteille bien bouchée, j'ai trouvé qu'elle était, au bout de ce temps, aussi sulfureuse qu'au griffon. Ainsi, la matière organique avait régénéré à la longue le sulfure de sodium que l'oxygène de l'air avait détruit dans les premiers moments. On a vu plus haut que l'eau des diverses sources des Eaux-Chaudes ne renferme plus de sulfure peu de temps après avoir été mise en bouteilles. Bordeu, Lemonier et Anglada avaient observé avant moi des faits analogues (1).

4° Les eaux thermales simples, qu'on trouve

(1) M. Fontan assure qu'il est impossible d'admettre cette réduction du sulfate de soude par la matière organique des eaux des Pyrénées, parce qu'il n'a jamais réussi à la produire; Ma réponse sera simple et péremptoire. Voici quelques passages que j'emprunte à Anglada :

« Des glaires de Molitg avaient été introduites dans une » bouteille qu'on avait achevé de remplir d'eau sulfureuse; » lorsqu'un an après la bouteille a été débouchée, la matière » était noire et exhalait *une forte odeur d'œufs pourris;* le » nitrate de plomb est précipité en noir par le liquide filtré » bien plus copieusement qu'il ne le serait par l'eau de Molitg » elle-même, etc. (2e Mémoire, page 197). »

« Bordeu rapporte que, lorsqu'on voulait transporter les » Eaux-Chaudes dans des bouteilles ou des barils, on leur

souvent au voisinage des sulfureuses, et dont la température est quelquefois très-élevée, contiennent des sulfates, et paraissent être dépourvues de matière organique. La condition nécessaire à la production du sulfure ayant manqué, celle-ci n'aurait pas eu lieu.

Enfin, la théorie de M. O. Henry permet d'expliquer pourquoi c'est du monosulfure de sodium et non pas de l'acide sulfhydrique ou un sulfhydrate de sulfure qu'on rencontre dans les eaux sulfureuses des Pyrénées.

Ainsi, sans prétendre que les eaux sulfureuses thermales n'ont qu'un seul mode de formation, je me crois fondé à considérer celui dont je viens de parler comme l'un de ceux qui doivent avoir lieu le plus ordinairement pour les eaux qui ne naissent pas au voisinage des volcans.

» associait de ces glaires dans le but de leur conserver plus » efficacement leurs vertus, etc. (2e Mémoire, page 199). »

Lemonier, voulant transporter à Paris, pour en approfondir l'examen, le résidu de l'évaporation de l'eau de Baréges, *fit réduire soixante livres de ce liquide jusqu'à deux livres* qu'il renferma soigneusement dans des bouteilles. *Il s'était assuré que toute odeur sulfureuse avait disparu, et que le liquide avait perdu la faculté de noircir l'argent.* Cependant, lorsque, plusieurs mois après, il déboucha les bouteilles, il trouva que le liquide *possédait une odeur sulfureuse très-exaltée.* L'odeur n'était plus, dit-il, douce et modérée comme au bain, mais vive et puante (*Histoire de l'Académie royale des sciences*, 1747).

Cette transformation des sulfates en sulfures, par les matières organiques, a été regardée, par plusieurs géologues, comme ayant joué un rôle importantdans la production de certaines espèces minérales. On ne doit donc pas la considérer toujours comme un simple accident.

Dans beaucoup de cas, dit M. Ebelmen, la formation de la pyrite est due à la réaction des matières organiques en décomposition sur les sulfates alcalins ou terreux contenus dans les eaux marines, en présence de limons ferrugineux. La formule de cette réaction (dans laquelle M. Ebelmen ne fait intervenir que le carbone de la matière organique) est la suivante :

$$2\,Fe^2o^3 + 8\,SO^3,CaO + 15\,C = 4\,FeS^2 + 8\,CaO\,CO^2 + 7\,CO^2.$$

« Les $^8/_{15}$ de carbone se précipitent à l'état de car-
» bonate de chaux; le reste se trouve restitué à
» l'atmosphère à l'état d'acide carbonique. Les 15
» équivalents de carbone avaient abandonné 30
» équivalents d'oxygène avant de passer dans l'or-
» ganisation. Toute cette quantité d'oxygène reste
» définitivement acquise à l'atmosphère. »

« S'il en est ainsi, dit M. Elie de Beaumont (1),
» il est naturel d'admettre que la formation de la
» pyrite peut se continuer encore aujourd'hui sur
» une grande échelle à la surface du globe, et

(1) *Bulletin de la Société de géologie*, 1847, p. 1270.

» rien n'empêche de concevoir que des phénomènes
» plus ou moins analogues produisent des pyrites
» dans l'intérieur des fissures où circulent les
» eaux minérales.

» On pourrait objecter, qu'abstraction faite de
» la glairine ou de la barégine, il n'existe pas de
» matière organique dans les eaux thermales qui
» circulent dans les fissures profondes de l'écorce
» terrestre; mais il faut remarquer que, dans
» le phénomène auquel s'adapte l'explication de
» M. Ebelmen, l'intervention de la matière organi-
» que n'a d'autre effet que de mettre en présence
» le fer et le soufre à l'état naissant. Or, dans les
» eaux qui contiennent de l'hydrogène sulfuré avec
» des sels de fer et beaucoup d'autres sels, diverses
» réactions peuvent mettre en contact le fer et le
» soufre à l'état naissant, et on peut conjecturer
» que cela arrive, en effet, lorsqu'on voit que les
» eaux thermales de Chaudesaigues, dans le Cantal,
» déposent des pyrites.

» J'ajouterai que probablement ce ne sont pas
» seulement les pyrites de fer qui sont susceptibles
» de se former de cette manière; car les minerais
» de cuivre qui s'exploitent dans le terrain Permien,
» au pied occidental de l'Oural, se sont concentrés
» principalement *au contact des matières végétales*
» *déposées dans ce terrain*, et ces minerais sont
» formés en partie de pyrites cuivreuses. Les mine-
» rais de cuivre des environs de Perm, au pied
» occidental de l'Oural méridional, se trouvent très-

» fréquemment, dit M. Murchison, arrangés dans
» les interstices ou groupés autour *de la surface*
» *des tiges et des branches des végétaux fossiles* (à
» l'état charbonneux); ils présentent des passages
» du cuivre oxydulé *au cuivre sulfuré* gris ou à la
» *pyrite cuivreuse*, etc.

» Plusieurs gisements de galène et de blende
» sembleraient indiquer des réactions sembla-
» bles, etc.

» On peut citer les schistes cuivreux de la Thu-
» ringe comme offrant une preuve de la variété des
» combinaisons métalliques qui ont pu se produire
» par la voie humide, avec ou sans le concours des
» substances organiques. »

» Dans le Kupfer-Schiefer, on trouve des mine-
» rais de cuivre de nature variée; on y trouve en
» même temps des pyrites ferrugineuses, des mi-
» nerais de plomb, de zinc, de cobalt, etc.; des vé-
» sicules de spath calcaire, de petites géodes de
» quartz; de petits feuillets de houille et d'anthracite.

« Ces substances charbonneuses proviennent de
» matières organiques qui ont probablement joué
» ici le même rôle que dans l'Oural.

» Ce qui confirme la supposition que des réac-
» tions chimiques, telles que celles qui ont pu être
» exercées par les substances organiques, ont dû
» contribuer à précipiter les minerais métalliques
» dans les couches où on les rencontre, c'est que,
» dans les exemples qui viennent d'être cités, ils
» s'y sont déposés sans leurs gangues habituelles;

» mais ils s'y sont déposés dans le même état de
» combinaison que dans les filons; ce qui prouve
» que, dans les filons, ils se déposent par la voie
» humide. »

Comme on le voit, Ebelmen et M. Elie de Beaumont admettent que les sulfates contenus dans les eaux thermales ont pu être changés en sulfures par la matière organique, et produire, par double décomposition, les sulfures de fer, de cuivre, de plomb, etc., qu'on trouve dans plusieurs localités, et ce phénomène se serait produit sur une assez large échelle pour ne plus pouvoir être considéré comme accidentel. En résumé, la théorie à laquelle je me rattache suffit pour expliquer tous les faits qu'on observe, et elle exige moins d'hypothèses que les autres. Je considère, d'ailleurs, la division des sources en naturelles et accidentelles comme ne pouvant plus être conservée, alors surtout qu'on veut ranger parmi ces dernières celles d'Aix-la-Chapelle et celles d'Aix en Savoie, qui possèdent, comme je l'ai montré plus haut, la plupart des caractères des eaux sulfureuses des Pyrénées.

CHAPITRE IV.

Des sources salées.

Il existe, sur divers points de la chaîne des Pyrénées, des sources qui tiennent en dissolution une quantité notable de matériaux salins, parmi lesquels le chlorure de sodium est infiniment plus abondant que les autres.

Les sels, qu'on rencontre dans ces eaux, sont : les chlorures de sodium, de potassium, de calcium; les sulfates de chaux, de magnésie, de soude et de potasse; les carbonates de chaux et de magnésie. On y trouve, en outre, des traces d'iodure et de bromure de sodium.

La richesse de ces eaux varie d'une localité à l'autre. Quelques-unes des sources dont nous nous occupons sont sensiblement saturées de sel marin; telles sont, par exemple, celles de Salies (Basses-Pyrénées), dont l'une renferme 214 gr. de sels par litre, dont 204 de sel marin. On trouve même à Salies une autre source plus salée que la précédente, et qui est entièrement saturée de sels.

Le sulfate de chaux est, après le chlorure de sodium, le sel le plus abondant dans ces eaux; le

sulfate de magnésie et les carbonates de chaux et de magnésie viennent ensuite.

Les sources salées des Pyrénées n'ont été que très-incomplètement étudiées au point de vue chimique. MM. Mialhe et Figuier ont démontré l'existence d'une quantité notable de bromure de magnésium dans celles de Salies en Béarn. M. Leymerie, professeur de géologie et de minéralogie, a publié, il y a un petit nombre d'années, sur l'origine de ces sources, un excellent article dans lequel j'ai puisé les documents suivants (1).

D'après ce savant géologue, c'est ordinairement au voisinage des points d'affleurement des ophites, dans des terrains qui ont été plus ou moins disloqués par ce soulèvement lui-même, que l'on voit apparaître les sources salées. M. Leymerie pense que l'éruption principale des ophites a été accompagnée d'émanations de vapeurs et de gaz qui ont pu transporter avec elles différentes substances solubles et insolubles. Au moyen de cette supposition, on expliquera facilement, par exemple, l'imprégnation par le bitume, des sables, molasses et faluns des Landes; celle des argiles de Bastène par le fer oligiste; la transformation du calcaire en gypse par les vapeurs sulfureuses, etc.

C'est à une sublimation de ce genre, longtemps prolongée, que M. Leymerie attribue l'accumulation

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres de Toulouse*, 3e série, t. V, p. 113 et suiv.

en certains points, favorablement disposés ou au milieu de marnes perméables, d'une grande quantité de matière saline qui constitue les sels gemmes qu'on exploite sur divers points des Pyrénées.

« Quant à l'origine même du sel, dit M. Leymerie, il est naturel de la chercher dans les deux » mers qui baignent les extrémités de la chaîne, et » qui devaient même battre une partie de sa base à » une époque récente géologiquement, si on en » juge par les dépôts marins modernes que l'on » voit s'avancer jusqu'à une certaine distance, soit à » partir de la Méditerranée, soit à partir de l'Océan. » On verra, en effet, que c'est dans les Corbières, » et surtout dans le département des Basses-Pyrénées, que se trouvent les gîtes salifères les plus » riches. La Haute-Garonne et les Hautes-Pyrénées, » qui occupent la partie centrale, n'ont à eux deux » qu'une seule source. Il n'est pas jusqu'à la supériorité des gîtes des Basses-Pyrénées, par rapport à ceux des Corbières, qui ne soit expliquée » dans cette hypothèse par la plus grande extension des dépôts marins modernes du côté de » l'Océan.

» On voit que nous considérons tous les gîtes » pyrénéens comme appartenant à la classe de ceux » qu'on a appelés *éruptifs*. L'irrégularité de ces » dépôts, leur association habituelle avec les gypses, les bitumes et les ophites, au milieu de terrains plus ou moins disloqués, vient confirmer

» cette manière de voir, qui est, au reste, celle de
» M. Dufrénoy (1). »

M. Leymerie pense qu'il est hors de doute que toutes les sources salées qu'on rencontre dans les Pyrénées doivent leur salure à des masses de sel gemme ou à des marnes imprégnées de sel sur lesquelles ou à travers lesquelles des eaux de source ordinaire auraient passé avant de venir au jour. Il fait valoir, à l'appui de son opinion, les considérations suivantes :

« 1° Les sources salées sont accompagnées des
» mêmes circonstances qui signalent aussi les gîtes
» de sel gemme;

» 2° Le sel gemme, positivement reconnu dans les
» Basses-Pyrénées, et dans l'Ariége, à Camarade, s'y
» trouve en des localités où existent aussi des sour-
» ces salées, et c'est même sur cette seule indication
» qu'on a entrepris les sondages qui ont amené la
» découverte de ce sel;

» 3° Aucune des sources salées pyrénéennes n'a
» une thermalité prononcée;

(1) Il est une autre classe de gisements salifères que l'on nomme *sédimentaires*. Dans ceux-là, dont la Lorraine nous offre de si riches exemples, le sel se trouve en couches bien réglées alternant avec diverses roches de sédiment, au milieu d'un terrain régulièrement stratifié. Cette régularité et l'étendue ordinairement considérable de ce genre de gisement est très-favorable à l'exploitation directe du sel gemme. Les propriétés contraires des gîtes éruptifs, dans la plupart des cas, doivent leur nuire considérablement sous ce rapport.

» 4° Enfin, dans plusieurs gisements d'eau salée, » on a remarqué qu'après l'épuisement la source » devenait plus douce, et ne reprenait sa salure » ordinaire qu'au bout d'un temps plus ou moins » considérable. »

Les principaux gisements de sel gemme qui ont été découverts sont ceux de Salies, d'Oras et de Briscous dans les Basses-Pyrénées, et celui de Camarade dans l'Ariége.

Le gîte d'Oras est remarquable par sa richesse : la sonde y a rencontré, à 65 mètres de profondeur, une masse de sel qu'elle a percé jusqu'à 15 mètres sans l'avoir complètement traversée (1) ; le sel de Briscous est intimement mélangé de sulfates de chaux et de magnésie, et est fortement souillé d'argile et de sable ; celui de Camarade, que j'ai eu occasion d'examiner, est dans le même cas.

Jetons un coup-d'œil sur la composition des principales sources.

SOURCE DE SALIES (Haute-Garonne).

Cette source est située sur le bord de la route qui conduit de Salies à Saint-Martory, à une très-petite distance de Salies. On sait que cette dernière ville est bâtie au pied d'une protubérance assez élevée d'ophite, et qu'il existe, tout autour de ce

(1) Dufrénoy, *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, t. II.

point, de nombreuses carrières de plâtre, et une source sulfureuse dont j'ai fait connaître la composition. Ici se vérifie, d'une manière parfaite, la correspondance signalée par M. Leymerie entre la présence du sel marin et les phénomènes d'éruption, dont l'apparition des ophites a été l'effet le plus immédiat.

L'eau de Salies est limpide, inodore; sa saveur est fortement salée, et elle laisse un arrière-goût d'amertume; sa densité, prise à la température de 15°, est de 1,0250. Un litre de cette eau renferme, d'après l'analyse que j'en ai fait en 1849 :

Chlorure de sodium.	30 gr.	073
— de magnésium.	0	438
— de potassium.	0	060
Sulfate de chaux.	3	372
Carbonate de chaux	0	035
Silicate de soude.	0	062
Alumine.	0	025
	34 gr.	065

Plus, des traces de fer et de bromure de magnésium.

L'eau de Salies n'a jamais été régulièrement exploitée; les habitants s'en servent pour divers usages domestiques. On pourrait, sans aucun doute, en tirer un excellent parti en l'employant en bains et en douches ; quelques cures remarquables qui ont été opérées à diverses reprises chez les personnes qui en ont fait usage, prouvent qu'elle

jouit d'une grande activité. Il est à regretter que la situation financière de la commune de Salies ne lui permette pas de construire un établissement dans lequel on puisse l'administrer.

EAUX DE CAMARADE (Ariége).

La source salée qui existe dans la commune de Camarade est fort analogue à la précédente ; elle renferme environ 33 grammes de sel par litre. Un sondage, effectué dans ces dernières années, a amené la découverte d'une couche de sel gemme à peu de distance de la source. Ce sel, comme je l'ai dit plus haut, est mêlé avec une quantité notable de sulfate de chaux, de soude et de magnésie. Quelques tentatives d'exploitation ont eu lieu, j'ignore si elles ont réussi.

Le gite salifère de Camarade se trouve placé au milieu du terrain pyrénéen supérieur, non loin de gypses et d'ophites.

SOURCES SALÉES DES BASSES-PYRÉNÉES.

Le département des Basses-Pyrénées est le plus riche en sel gemme et en sources salées. On y trouve celles de Salies, d'Oras, de Briscous, de Caresse, de Monguerre, de Lahonce, de Camon et d'Aincille (1).

(1) Diétrich, *Description des gîtes de minerais pyrénéens*, p. 425 et 456. — Levallois, *Annales des mines*, 1re série,

J'emprunte textuellement la description suivante au travail de M. Leymerie.

Salies doit son origine aux sources salées qu'elle renferme ; car c'est pour se livrer à l'exploitation de ces sources que les fondateurs de cette ville vinrent établir leur domicile dans le terrain marécageux sur lequel elle est bâtie. Ces sources, les plus importantes de toutes celles des Pyrénées, sourdent à la base d'une colline gypseuse. On les a réunies au centre même de la ville, dans un réservoir disposé convenablement pour qu'il soit facile de les y puiser, et en même temps d'exercer sur cette opération une surveillance qui prévienne le gaspillage et qui assure à chacun ses droits.

C'est un bassin quadrilatère assez profond, ayant environ 13 mètres sur tous les côtés, où l'on arrive par des escaliers en pierre; une grille en fer fort élevée en interdit l'accès en temps utile. Le mélange de toutes ces sources marque 20° à l'aréomètre de Beaumé, et contient 214 gr. de sel par litre, dont 204 gr. de sel marin, et 10 gr. de sulfates de chaux et de magnésie, salure, comme l'on voit, extrêmement prononcée (1). L'une de ces sources, connue

tom. IV, p. 409. — Morel, *Vues de Bayonne.* — Dufrénoy, *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, tom. II, p. 96 et 98. — Palassou, *Suite des Mémoires*, p. 59 et 113.

(1) Des analyses récentes constatent la présence, dans ces eaux, des bromures de sodium et de magnésium (Figuier et

dans le pays sous le nom de Source-Mère, offre une salure encore supérieure qui lui fait marquer 23° à l'aréomètre. On ne tire plus aucun parti de la fontaine dite de la Trompe, qui était exploitée du temps de Diétrich. Ces sources appartiennent aux familles fondatrices de la ville; mais l'exploitation en est faite, en général, par des habitants non propriétaires, auxquels les premiers louent ou vendent leurs droits. Le sel de Salies est consommé principalement dans les villes de Pau, d'Orthez et de Bayonne, où il est employé pour la confection de salaisons renommées, et notamment des jambons dits de Bayonne.

Les sources d'Oras et de Caresse, situées à une faible distance à l'ouest de Salies, se présentent à peu près dans les mêmes circonstances; mais elles sont beaucoup moins riches, surtout celles de Caresse. Ces dernières filtrent à travers les fentes d'une ophite associée à du gypse.

A Briscous, les sources salées sont régulièrement exploitées; il paraît que dans cette contrée le sel est tellement répandu, qu'il suffit de percer en un point quelconque pour obtenir de l'eau chargée de sel. Il en est à peu près de même, du reste, à Salies. L'abondance des eaux salées dans ces contrées a fait soupçonner depuis longtemps qu'elles recélaient des masses souterraines de sel gemme. Nous avons vu

Mialhe, *Examen comparatif des principales eaux minérales salines d'Allemagne et de France.* **1848**.)

que cette conjecture a été vérifiée par des sondages qui ont eu un plein succès à Salies, à Briscous, et surtout à Oras.

On exploitait autrefois les sources d'Aincille dans la partie supérieure de la vallée de Cize, et, d'après Diétrich, le résultat industriel indiquait la proportion de 135 gr. de sel par litre d'eau. Ce célèbre ingénieur pensait que cette salure était due à une masse de sel gemme placée à une certaine profondeur. Une circonstance particulière venait ici appuyer cette opinion; c'est que cette eau devient presque douce après dix jours d'épuisement, et que ce n'est qu'au bout de cinq à six semaines qu'elle a repris sa salure.

Cette source se distingue de toutes les autres par sa position assez élevée sur le flanc de la chaîne.

Outre les usages domestiques ordinaires, le sel des Basses-Pyrénées est spécialement employé, comme nous l'avons dit, pour la salaison des viandes et du poisson. On le considère comme ayant à cet égard une vertu particulière qu'il doit peut-être au sulfate de magnésie avec lequel il se trouve mélangé.

SOURCES SALÉES DU DÉPARTEMENT DE L'AUDE.

On trouve dans le département de l'Aude, à Bugarach et à Sougraignes, deux groupes de sources salées, qui sourdent d'une assise inclinée de marnes renfermant du gypse, dépendant, d'après M. Du-

frénoy, de la formation crétacée. Leur salure est assez faible ; cependant la source la plus riche de Sougraignes renferme environ 33 gr. de sel par litre. On pense que la salure de ces eaux tient à un gisement de sel gemme jusqu'à présent inconnu. On trouve encore dans ce département une petite source salée (la Salsette), dans le canton de Durban.

SOURCES SALÉES DU DÉPARTEMENT DES LANDES.

Ce département renferme plusieurs sonrces salées qui sont en relation directe avec les gypses et les ophites ; elles existent à Gaujac, au Pouy-d'Arzet, et à Pouillon, à une distance assez faible de Dax. Ces sources ne sont pas exploitées.

Résumé.

Toutes les sources dont nous venons de nous occuper pourraient être utilisées, sous diverses formes, comme des eaux minérales très-actives. Celles qui sont exploitées pour l'extraction du sel fournissent des eaux-mères assez riches en bromures, qui pourraient être employées pour préparer des bains analogues à ceux de certaines sources salines de l'Allemagne. D'après MM. Mialhe et Figuier, deux parties en poids des eaux-mères des salines du Béarn renfermeraient à peu près autant de bromure qu'une partie de l'eau-mère de Manhein, et pourraient, par conséquent, dans les cas indiqués, jouer un rôle analogue.

Les eaux salées des Pyrénées n'ayant été, jusqu'à ce jour, que très-rarement utilisées comme médicament, j'ai cru pouvoir me contenter de donner cet aperçu, qui fera connaître leur nombre et leur richesse; quant à leurs propriétés thérapeutiques, quoiqu'on puisse, jusqu'à un certain point, les prévoir, je n'ai pas cru devoir en parler, parce qu'elles n'ont pas encore été suffisamment étudiées.

CHAPITRE V.

Eaux salines des Pyrénées.

Les eaux salines des Pyrénées peuvent être divisées en salines simples et salines séléniteuses.

Les éléments principaux des premières sont les chlorures de sodium et de magnésium; elles renferment, en outre, des sulfates de soude, de chaux, de magnésie, du carbonate de chaux, un peu de silicate de soude, et probablement des traces d'iodures et de bromures. Quelques-unes de ces eaux sont remarquables par leur abondance et par leur richesse en matériaux salins : telles sont celles d'Estramé et de Fon-Dame dans les Pyrénées-Orientales.

Les sources salines séléniteuses sont, comme l'indique leur nom, riches en sulfate de chaux; elles contiennent de plus un peu de chlorure de sodium, de sulfate de magnésie, de carbonates de chaux et de magnésie. Quelques-unes de ces sources renferment une quantité suffisante de fer pour qu'on puisse les considérer comme devant jouir à la fois des propriétés des eaux salines et de celles des eaux ferrugineuses (celles d'Audinac, d'Aulus, de Barbasan sont dans ce cas). Les eaux salines séléniteuses lais-

sent dégager à leur griffon une quantité notable d'azote mêlé d'acide carbonique.

Le passage des eaux salines simples aux salines séléniteuses a lieu, non d'une manière brusque, mais par une série d'intermédiaires qui est telle qu'il est des eaux (celles d'Ussat, par exemple), qui pourraient être classées avec autant de raison parmi les salines simples que parmi les séléniteuses.

Parmi les sources salines simples, il en est quelques-unes qui sont si peu chargées de sels que, si l'expérience n'avait pas appris qu'elles jouissent d'une efficacité réelle et incontestable dans le traitement de certaines affections, on aurait d'excellentes raisons pour ne pas les classer parmi les eaux minérales : telles sont les eaux de Ganties, du Bugatet, de Nizors (Haute-Garonne), dans lesquelles l'analyse indique l'existence d'une si faible quantité de principes actifs qu'elles semblent être, sous ce rapport, inférieures à beaucoup d'eaux potables. Cependant les eaux de Ganties jouissent d'une grande réputation dans le pays où elles se trouvent, et passent pour faciliter singulièrement la guérison des ulcères. Je me suis demandé souvent, quand je les examinais, si l'on n'eût pas obtenu d'aussi bons effets en employant de la même manière une eau potable quelconque.

Les eaux du Bugatet ralentissent, dit-on, les mouvements du cœur, et sont éminemment sédatives.

Les eaux de Nizors jouissaient aussi, à ce qu'on

assure, des mêmes propriétés que celles de Ganties.

Toutes ces eaux rendent la peau des baigneurs douce et onctueuse au toucher : cette propriété leur est probablement communiquée par la matière organique qu'elles tiennent en dissolution. Ce qui m'a le plus frappé, quand j'ai examiné les eaux de Ganties et celles de Nizors, c'est le dégagement considérable d'azote qui a lieu au sein de ces eaux. A Ganties, d'énormes bulles gazeuses partent à chaque instant du fond de la source et viennent crever à sa surface. Le gaz qui se dégage ainsi est de l'azote mêlé avec un peu d'acide carbonique. Celui que j'ai retiré des eaux de Ganties renfermait 95 p. % d'azote et 5 p °/° d'acide carbonique.

Les eaux salines simples sont surtout employées en bains ; celles d'Ussat, que je classerai parmi ces dernières, passent pour être sédatives, hyposthénisantes, ce qui est dû, au moins en grande partie, à la température un peu basse à laquelle on administre les bains.

Les eaux salines séléniteuses sont employées en bains dans les lieux où elles sont thermales (Bagnères-de-Bigorre). Quand elles sont froides, on les utilise surtout en boisson (Encausse, Audinac, Aulus).

Ces eaux sont légèrement purgatives, et conviennent par conséquent pour le traitement des affections chroniques des voies digestives. Plusieurs de ces eaux (celles d'Encausse surtout) passent pour être fébrifuges. Enfin celles qui contiennent du fer

conviennent dans le traitement de la chlorose et des autres maladies qui réclament l'emploi de la médication ferrugineuse.

DES EAUX SALINES SIMPLES.

USSAT (Ariége).

Les bains d'Ussat sont certainement les plus remarquables de tous ceux de ce genre qu'on trouve dans les Pyrénées ; aussi les décrirai-je avec soin, tandis que je ne ferai qu'indiquer les principales propriétés de la plupart des autres.

L'établissement d'Ussat est situé sur les bords de l'Ariége, sur la route de Foix à Ax, à 12 kilomètres de cette dernière localité. Cet établissement est entièrement neuf; les eaux y ont été aménagées par M. François d'une manière toute particulière qui mérite d'être signalée avec quelques détails (1).

Les bains d'Ussat sont alimentés par des sources salines thermales dont les principaux éléments minéralisateurs sont les sulfates de chaux, de magnésie, de soude ; les carbonates de chaux de magnésie

(1) J'ai emprunté cette description à un rapport qui a été lu, cette année même, à la Société de médecine, par une commission composée de MM. Gaussail, Filhol, Dieulafoy, rapporteur. MM. François et Vergé ont bien voulu, en outre, me fournir quelques renseignements.

et une matière organique qui leur communique une onctuosité remarquable. Ces eaux, dont le point d'émergence est perdu sous d'anciennes alluvions recouvrant le pied de la berge droite de la vallée, formaient derrière l'ancien établissement, un lac souterrain, au niveau duquel étaient établies des baignoires sans fond, composées de 90 centimètres d'ardoises perdus, par leur partie inférieure, dans le gravier. Les eaux étaient retenues dans ces bains, à un niveau de 41 à 45 centimètres, par une vanne de charge communiquant avec un canal de vidange qui permettait de faire écouler l'eau des baignoires dans l'Ariége.

Les baignoires n'étaient séparées de la rivière que par une zône assez étroite (32 mètres) d'alluvions très-perméables et qui ne s'opposaient pas complètement au mélange des eaux thermales avec l'eau froide. Dans les fortes crues, le niveau de l'Ariége étant à 2 mètres plus haut que celui du lac souterrain, il y avait mélange de l'eau minérale avec celle de la rivière; sur les trente-trois baignoires qui existaient dans l'établissement, quatorze étaient envahies par l'eau froide. Dans les basses eaux le niveau de l'Ariége étant inférieur à celui du lac, la majeure partie de l'eau thermale se perdait dans la rivière, et l'eau ne s'élevait plus dans les baignoires qu'à 35 centimètres. Les bains offraient donc des variations notables, soit dans la température, soit dans l'abondance de l'eau.

La vidange des baignoires n'avait lieu que deux

fois dans les vingt-quatre heures, et il fallait deux heures et demie pour les remplir de nouveau. Il y avait d'ailleurs impossibilité de laver les baignoires, et par conséquent accumulation, sur le fond de sable, de toutes les impuretés laissées par chaque baigneur. Tel était l'état des choses en 1838, lorsque M. François entreprit de capter les sources dans la montagne elle-même, de les mettre à l'abri de tout mélange, soit avec les eaux de l'Ariége, soit avec d'autres sources froides, et d'empêcher l'épanchement de l'eau minérale vers la rivière.

Pour atteindre ce but, cet habile ingénieur fit établir, dans l'intérieur de la montagne, des galeries souterraines qui permirent de mettre l'eau minérale à l'abri de tout mélange avec les sources froides.

Pour empêcher les eaux de l'Ariége de s'épancher vers les eaux thermales, M. François, ayant observé qu'il y avait un point d'équilibre entre les eaux chaudes s'épanchant dans l'Ariége et les eaux froides envahissant les bains, eut l'heureuse idée de rendre permanent cet état d'équilibre, qui n'était produit que par hasard et de loin en loin, en substituant aux eaux de l'Ariége, qui formaient ainsi un barrage liquide dont l'action inégale avait pour effet, tantôt de retenir l'eau thermale sans se mêler avec elle, tantôt de ne la retenir qu'en partie et de permettre son écoulement partiel dans la rivière, tantôt enfin de la refouler et de se mêler avec elle, un barrage liquide dont le niveau fût invariable et

calculé de manière à établir cet état d'équilibre que produisait momentanément à certaines époques l'eau de l'Ariége. En un mot, il substitua, suivant l'heureuse expression de M. Dieulafoy, l'action d'une Ariége artificielle et facultative à celle de la rivière elle-même.

En même temps, une commission nommée par le préfet de l'Ariége, sur la proposition de M. François (1), décida qu'un nouvel établissement serait construit; qu'il serait aussi rapproché que possible de la montagne; que les eaux thermales y seraient aménagées de telle manière qu'il y aurait des températures graduées et constantes; qu'on établirait divers systèmes de douches, etc. Toutes ces améliorations ont été effectuées depuis, sous la direction de M. François.

Les eaux minérales, captées à l'abri de tout mélange, sont reçues dans une galerie de distribution parallèle au pied de la montagne, à laquelle sont adossées quarante baignoires en marbre blanc de Carrare. Un système de retenue en tête des galeries permet de régler la température dans chaque baignoire dans une échelle de décroissement telle, que, du nord au midi, on a successivement une

(1) Cette commission était composée de MM. Vigueri, médecin; Abadie, ingénieur hydraulicien; Dieulafoy, médecin; Fontan, médecin; François, ingénieur des mines; Lemonier; Vergé, médecin, inspecteur des eaux d'Ussat, et Peyre, maire de Pamiers.

série de températures comprises entre 41°,25 à 31°,25 centigrades.

Des barrages dans l'intérieur de la montagne y retiennent 820 mètres cubes d'eau, 520 à la température de 31° à 41°, et 300 à une température de 30° qui ne sont pas encore utilisés, mais qui pourront servir à former des douches, et une piscine natatoire dont la température serait élevée, au moyen d'un filet d'eau, à 33°.

L'élévation du canal de fuite permet la vidange des bains, même dans les eaux les plus hautes; dans les eaux basses, pour éviter l'épanchement des eaux thermales vers la rivière, il a été établi un barrage de circonvallation, à l'extérieur duquel, au moyen d'une déviation de l'Ariége, on a établi une ceinture de pression hydrostatique qui opère souterrainement la retenue des eaux minérales.

Les thermes ont été avancés sous le talus de la montagne, et une digue insubmersible, construite avec les déblais, met les bains à l'abri des inondations. Les baignoires nouvelles ont leur fond hermétique; elles s'alimentent par le bas de la paroi latérale contiguë à la montagne; elles sont munies d'un trop-plein à niveau variable qui permet de régulariser l'admission de l'eau pendant la durée du bain. La vidange de chaque baignoire est indépendante et peut se faire rapidement et à volonté.

L'ensemble de ces dispositions assure, pour le service de l'établissement, 520 mètres cubes d'eau minérale d'une température de 31 à 40° centigrades.

Telles sont les améliorations qui ont été obtenues, grâce à l'ingénieux système de M. François. Cette enceinte liquide, à l'aide de laquelle il s'est opposé à l'épanchement des eaux minérales dans l'Ariége, avait fait craindre à quelques personnes que l'eau de cette rivière ne se mêlât à l'eau thermale; mais la température constante de cette dernière, température qui est plus élevée qu'elle ne l'était avant l'exécution de ces travaux, prouve jusqu'à l'évidence qu'il n'en est rien.

Le nouvel établissement, construit d'après le programme qui a été proposé par la commission nommée par le préfet de l'Ariége, a été, dit M. Dieulafoy (1), « admirablement exécuté par M. l'ingé-
» nieur François qui, dans l'accomplissement de
» son œuvre, a eu à surmonter des difficultés sans
» cesse renaissantes, difficultés imprévues, et par
» conséquent plus difficiles à vaincre.

» Les travaux faits à Ussat ont été exécutés avec
» une haute intelligence; *ils ont capté et amené*
» *dans les baignoires l'eau pure, sans mélange et*
» *sans altération.* Tout en conservant leurs vertus,
» ces bains en ont donc acquis de nouvelles, etc. »

Comme on le voit, les critiques dont ces travaux ont été l'objet, dans un ouvrage récemment publié, ne sont pas fondées (2).

(1) Rapport cité. *Comptes-rendus de la Société impériale de médecine, chirurgie et pharmacie de Toulouse*, page 137.

(2) Les travaux d'Ussat sont l'œuvre des efforts combinés

Les eaux d'Ussat sont, comme nous l'avons déjà dit, employées spécialement contre les affections

et persévérants de MM. le docteur Vergé, médecin inspecteur d'Ussat; Casimir Durieu, architecte, et Jules François, ingénieur en chef des mines. Ces messieurs ont agi sans connaissance de certaines indications que l'on dit antérieures à leurs travaux, dont il ne reste d'ailleurs aucune trace, et dont on cherche à se prévaloir dans l'ouvrage auquel je fais allusion.

La commission scientifique ne s'est réunie à Ussat qu'après l'aménagement des eaux qu'elle a approuvé dans son procès-verbal du 24 juin 1840. Elle a également approuvé en principe la reconstruction des thermes d'Ussat; elle a indiqué quelques conditions générales de cette reconstruction ; mais plusieurs de ces conditions ont dû être écartées, les autres ont dû être respectées.

En dehors de ces indications sommaires, dont le mérite doit revenir à tous les membres de la commission présidée par l'honorable docteur Viguerie, et non à l'un d'eux, comme tend à le faire croire l'écrit précité, l'étude et la réalisation de la reconstruction sont le fait de MM. Vergé, C. Durieu et J. François.

Nous ajouterons qu'il n'est pas exact, comme on l'a récemment affirmé dans l'écrit précité, que les travaux d'Ussat ont rendu *permanentes* des infiltrations qui n'étaient que *temporaires*. Avant ces travaux, les eaux d'Ussat étaient circonscrites entre les limites de température de 29 à 34° centigrades. Un petit nombre de bains étaient supérieurs à 33°.

Aujourd'hui les eaux sont entre les limites de 33 à 38° aux bains et 39 ½ à 40° aux sources. Certes, ce n'est pas avec des infiltrations froides permanentes que l'on produit de tels résultats d'accroissement de température. L'auteur de l'écrit précité aurait dû se mieux renseigner, et revoir Ussat qu'il n'a pas visité depuis 1840, avant de produire de telles insinuations, qui ont plus d'un côté regrettable.

nerveuses. Le passage suivant, que j'emprunte à la brochure publiée en 1848 par M. Dieulafoy, pourra donner une excellente idée de leur action thérapeutique :

« La chaleur des bains allant en décroissant du » sud au nord forme une vaste échelle de gradua- » tion de température depuis 29°,5 Réaumur jusqu'à » 25° ; ce qui multiplie pour la médecine ses moyens » d'action. Dans les bains à haute température peu- » vent être traités les rhumatismes nerveux ; on » pourrait même utiliser contre cette maladie la » chaleur des galeries qui est à 32° Réaumur, où le » malade, en respirant librement, se trouve plongé » dans des vapeurs chaudes qui assurent une abon- » dante diaphorèse. Les bains à basse température, » si recherchés à Ussat, sont éminemment sédatifs, » hyposthénisants. Par le séjour dans ces bains, le » pouls diminue de six à dix pulsations, phénomène » qu'a constaté plusieurs fois le docteur Fontan par » des expériences réitérées et comparatives faites » avec toutes les précautions convenables. MM. Pi- » lhes, Bécane, Vergés, vantent la vertu thérapeu- » tique des bains à basse température, dans les » cardialgies, les névralgies, les sciatiques avec » surexcitation nerveuse, les hypocondries accom- » pagnées de subinflammation des organes abdomi- » naux ; rien ne peut être comparé à leur action » sédative sur les métrites chroniques et sur cette » série de maladies des femmes qui, tenant à la » surexcitation de l'utérus, empêchent ses fonctions

» physiologiques. Cette action est si marquée et » tellement reconnue comme vraie que les eaux » d'Ussat ont la réputation de posséder une vertu » spécifique contre toutes les maladies qui tiennent » à l'organisation particulière à la femme. Dans sa » longue et brillante pratique, le docteur Viguerie, » de Toulouse, a reconnu comme exacte cette action » spéciale des eaux d'Ussat sur les maladies de » l'utérus.

» Voisin des eaux d'Ax, l'établissement thermal » d'Ussat peut rendre de grands services aux mala- » des qui y sont dirigés, en les préparant à l'usage » des eaux sulfureuses et en calmant l'exaltation » que ces eaux développent. »

La composition chimique des eaux d'Ussat a été déterminée par M. Figuier. D'après ce chimiste, un litre d'eau renferme :

Eau des bains.

Acide carbonique.	quant.	indét.
Chlorure de magnésium.	0 gr.	035
Sulfate de magnésie.	0	282
— de chaux.	0	313
Carbonate de chaux.	0	274
— de magnésie.	0	010
Perte.	0	005
	0 gr.	919

Eau de la buvette.

Chlorure de magnésium.	0 gr. 034
Sulfate de magnésie.	0 286
— de chaux.	0 300
Carbonate de chaux.	0 262
— de magnésie.	0 005
Perte..	0 005
	0 gr. 892

Il est peu probable que ces analyses représentent bien réellement la composition de l'eau d'Ussat. L'étude chimique de ces sources est complètement à refaire.

EAUX SALINES SÉLÉNITEUSES.

BAGNÈRES-DE-BIGORRE.

J'ai dit, en parlant des eaux salines séléniteuses en général, qu'on pouvait les subdiviser en salines séléniteuses simples et en ferrugineuses. On trouve à Bagnères-de-Bigorre des sources appartenant à chacune de ces subdivisions.

Les eaux de cette station thermale se distinguent des sources analogues qu'on trouve dans les autres parties de la chaîne par leur haute température ; elles sont si abondantes et si nombreuses, qu'on a

Analyse des sources minérales de Bagnères-de-Bigorre.

SUBSTANCES contenues DANS LES SOURCES.	de la Reine.	du Dauphin.	Roc-de-Lannes.	Saint-Roch.	des Yeux.	BAIN DU SALUT. Source intérieure.	BAIN DU SALUT. Source externe.	Bain du Grand-Pré.	Bain de Versailles.	Bain de Cazaux.	Bain de Théas.	Bain de Mora.	Bain de Lasserre.	Bain de Pinac.	BAIN DE LA GUTHIÈRE. Première source.	BAIN DE LA GUTHIÈRE. Petit-Bain.	Fontaine de Salies.	Fontaine-Nouvelle.	Foulon.	Bain de La Peyric.	Bain de santé, 1re source.	Bain de Carrère-Lannes. 1re source.	Bain du Petit-Prieur.	Bain du Petit-Baréges.
Température (Réaumur).	38° 6	39,00	36,00	33,00	28,00	25,25	26 à 27,50	27,75 à 28	29,25 à 23,25	29,25	41,00	40 à 24	31 à 31,50	0,00	31,30 à 37	37,00	41,00	33,00	28,00	22 à 22,50	26,00	29,75	29,25	27,50
Acide carbonique	m. c. 0,950	1,000	inappr.	inapp.	0,945	0,930	inapp.	inapp	inapp.	inapp.	0,940	0,950	inapp.	0,950	0,950	0,955	0,990	0,950	inapp	0,945	inapp.	inapp.	inapp.	inapp.
Sur 25 lit. d'eau pesant 25 kil.	gr. c.																							
Chlorure de magnésium	3,25	2,60	5,55	5,60	4,90	3,63	1,80	5,10	5,70	6,25	4,90	5,44	4,30	6,22	8,50	6,90	5,90	3,95	3,55	3,30	5,36	5,56	7,30	7,30
— de sodium	1,55	1,00	1,75	2,72	1,50	10,76	7,70	2,10	1,85	2,80	2,85	2,06	1,15	4,75	1,56	1,92	2,15	1,50	8,15	2,58	1,88	1,68	2,12	2,12
Sulfate de chaux	42,00	47,50	48,55	49,80	46,90	24,00	20,00	39,10	39,90	42,90	46,30	39,08	45,80	34,90	46,90	42,70	45,53	45,45	3,95	19,70	37,60	39,40	42,80	42,80
— de magnésie	9,90	»	6,95	6,42	12,25	»	»	9,50	8,20	11 95	»	7,10	10,20	7,18	0,90	8,60	9,05	6,75	3,17	5,90	9,90	8,10	7,90	7,90
— de soude		10,00	»	»		»	7,70	»	»	»	9,40	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Sous-carbonate de chaux	6,65	3,55	3,40	»	7,80	3,45	6,10	9,90	12,70	4,00	3,90	14,50	5,75	10,90	4,00	6,90	7,30	4,55	3,10	6,20	6,50	6,50	8,60	8,60
— de magnésie	1,10	0,49	0,43	1,35	0,30	0,25	0,45	1,30	1,60	1,25	0,55	0,90	1,55	1,90	0,90	1,30	1,25	1,45	1,80	1,70	1,48	1,44	1,24	1,24
— de fer	2,00	2,85	0,35	1,95	1,10	1,00	0,55	0,70	0,70	2,45	2,20	0,70	0,45	1,50	inapp.	1,70	»	»	»	»	»	»	»	»
Matière résineuse	0,15	0,22	0,16	0,14	0,24	0,20	0,22	0,12	0,10	0,15	0,25	0,14	0,10	0,20	0,12	0,16	0,10	0,18	0,30	0,10	0,18	0,10	0,12	0,12
— extractive-végétale	0,16	0,20	0,18	0,14	0,30	0,25	0,45	0,16	0,12	0,30	0,22	0,18	0,18	0,24	0,18	0,18	0,80	0,10	0,12	0,18	0,20	0,20	0,16	0,16
— végéto-animale	»	»	»	»	»	inapp.	»	»	»	»	0,20	»	»	inapp.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Silice	0,90	1,10	0,78	1,00	1 41	0,85	0,70	1,00	0,12	0,80	1,00	1,30	1,00	0,81	1,20	0,70	0,80	1,10	1,00	0,45	0,75	1,40	1,30	1,30
Perte	1,34	0,49	0,00	0,61	1,30	0,61	0,29	0,62	0,80	1,10	1,10	1,04	0,52	1,13	0,80	0,94	0,45	0,97	0,86	0,39	0,73	0,82	0,87	0,87
Total du résidu à l'état sec.	gr. c. 69,00	70,00	69,00	69,73	78,00	45,00	45,96	69,60	71,79	73,95	72,87	72,44	71,00	69,73	65,06	72,00	73,33	66,00	26,00	40,50	64,58	65,20	72,41	72,41

pu dire avec raison que Bagnères-de-Bigorre était posée sur une nappe d'eau minérale.

M. Ganderax père a décrit et analysé vingt-six sources. Le tableau ci-contre, que j'emprunte à la brochure publiée, en 1841, par M. Ch. Ganderax, renferme les résultats de ces analyses.

Si les déterminations de M. Ganderax sont exactes, la plupart de ces sources doivent être considérées comme franchement ferrugineuses ; plusieurs eaux minérales très-actives contiennent moins de fer que n'en indiquent dans celles de Bagnères-de-Bigorre les analyses de cet habile médecin ; ainsi, par exemple, la source du Dauphin renfermerait 112 milligrammes par litre de sous-carbonate de fer; celle des bains de Cazaux n'en contiendrait pas moins de 98 milligrammes; les sources de la Reine, de Saint-Roch, des bains de Theas, de Pinac, de la Guthière seraient aussi remarquables par la forte proportion de fer qu'elles tiendraient en dissolution; il est, au contraire, d'autres sources, parmi lesquelles on remarque celles du Foulon, qui ne contiennent pas la plus légère trace de fer.

Malgré la confiance que doivent inspirer des travaux exécutés par des hommes tels que M. Ganderax, je doute que la proportion du fer soit aussi considérable dans ces eaux que l'indiquent les analyses de ce savant praticien. Quoi qu'il en soit, la division des sources de Bagnères en ferrugineuses et non ferrugineuses doit incontestablement être

maintenue. Plusieurs de ces sources fournissent des dépôts ferrugineux.

Les eaux de Bagnères-de-Bigorre laissent dégager un gaz qui est un mélange d'acide carbonique, d'oxygène et d'azote. D'après M. Rozière, le gaz qui se dégage des sources de la Reine et du Dauphin serait composé comme il suit :

Acide carbonique.	38
Azote.	54
Oxygène.	8
	100

Les eaux de Bagnères-de-Bigorre sont limpides, incolores ; leur saveur varie suivant qu'elles sont ou ne sont pas ferrugineuses. Elles sourdent au voisinage de masses considérables d'ophites, et appartiennent, par conséquent, à la même formation que les autres sources salines séléniteuses que nous examinerons bientôt.

Les sources dont nous venons de parler sont utilisées dans divers établissements appartenant, soit à la ville, soit à des particuliers.

L'établissement thermal de la ville est alimenté par les sources de la Reine, du Dauphin, de Roc de Lannes, du Foulon, de Saint-Roch et des Yeux. Quelques-unes de ces sources ont été, dans ces derniers temps, l'objet d'un nouveau captage qui a été dirigé par M. François.

Les thermes de la ville de Bagnères-de-Bigorre consistent en un magnifique bâtiment adossé à la

montagne d'où viennent les eaux qui l'alimentent. Chacune des sources que nous avons nommées peut y être utilisée à part. Les cabinets des bains sont précédés d'un vestiaire; les baignoires sont en marbre. On trouve dans l'établissement plusieurs appareils de douches de formes diverses, munis des accessoires nécessaires pour modifier, suivant les indications des médecins, la force d'impulsion et la direction de l'eau (douches descendantes, ascendantes, en arrosoir, etc.); un double appareil fumigatoire avec des cabinets où sont placés deux lits de repos; un bain de vapeur avec ses dépendances et deux buvettes.

L'action thérapeutique des eaux de Bagnères-de-Bigorre est la suivante (1) : elles sont laxatives et diurétiques; mais ces effets ne se font ordinairement sentir qu'après trois ou quatre jours de leur usage.

M. Ganderax a vu des constipations opiniâtres, qui n'avaient cédé aux purgatifs ordinaires que pour reparaître dès qu'on en suspendait l'emploi, guérir complètement sous l'influence des eaux de la source Lasserre. Cette source et celle de la Reine, qui sont les plus riches en sulfate de magnésie, sont aussi les plus laxatives. L'eau de Salut est éminemment diurétique.

(1) Tous ces détails ont été empruntés à la brochure dans laquelle M. Ch. Ganderax a résumé les observations de son père.

Les eaux de Bagnères-de-Bigorre ont été employées avec succès, surtout dans le traitement des maladies chroniques du tube digestif, des engorgements du foie ou de la rate, des paralysies, de certaines affections cutanées.

Les eaux à température peu élevée (Salut et Foulon) exercent une action hyposthénisante bien marquée sur la plupart des malades ; leurs effets ont la plus grande analogie avec ceux de certains médicaments antispasmodiques; certaines névroses du tube digestif et de l'utérus cèdent à leur action.

Les sources à température plus élevée sont, au contraire, excitantes ; elles ont cela de particulier, dit M. Ganderax, que, pendant les huit à dix premières minutes du bain, elles produisent une astriction marquée sur la peau, qui se trouve comme durcie ; il s'opère ensuite une réaction proportionnée au degré d'activité de la source ; les fonctions de la peau sont exaltées, quoique cependant il soit rare que la sueur devienne abondante.

Il n'est peut-être pas hors de propos de faire remarquer que les sources que M. Ganderax a signalées comme les plus sédatives, sont dépourvues de fer, et que la source de la Reine, qui est signalée par cet habile praticien comme excitante et comme produisant à un haut degré cette astriction particulière que je signalais il y a un instant, est l'une des plus ferrugineuses; peut-être l'action du fer n'est-elle pas étrangère aux effets qu'on observe.

Bagnères-de-Bigorre possède la réunion très-pré-

cieuse de sources purement ferrugineuses (source d'Angoulême), de sources purement salines, et de sources qui sont à la fois salines et ferrugineuses; il en résulte que le médecin peut y faire varier, plus qu'ailleurs, les effets de la médication par le fer.

Les sources de la Reine et du Dauphin contiennent plus de fer que celle d'Angoulême; mais l'action de ce dernier, sur l'économie, paraît être singulièrement modifiée par les sels qui accompagnent le principe ferrugineux dans les premières. Il est certain que la constipation, et la plupart des autres accidents que provoque, dans certains cas, l'usage des ferrugineux, ne peuvent pas se produire quand ceux-ci sont associés à des sels dont l'effet, légèrement laxatif, corrige l'action astringente du fer.

Les sources salines excitantes de Bagnères-de-Bigorre sont employées avec succès dans le traitement des rhumatismes chroniques, musculaires et articulaires, de certaines paralysies, suites d'un état pathologique du cerveau et de la moelle; chaque fois, enfin, qu'on veut déterminer une excitation, soit sur l'organisme en général, soit sur une partie du corps en particulier.

Les sources salines ferrugineuses peuvent rendre des services marqués dans le traitement de la chlorose, de l'aménorrhée, de la leucorrhée, surtout dans les cas où un dérangement des voies digestives, qui nécessite l'emploi des eaux salines, se trouve lié à l'un des états pathologiques qui

accompagnent l'anémie et qui réclament l'usage des ferrugineux.

Le mode d'administration des eaux de Bagnères-de-Bigorre peut être très-varié : de récentes améliorations qui ont été introduites dans l'établissement de la ville, sous la direction de M. François, ont augmenté les ressources, déjà fort nombreuses, dont on pouvait disposer dans cette belle station thermale (1).

EAUX DE CAPBERN.

Capbern est situé dans le canton de Lannemezan, arrondissement de Bagnères-de-Bigorre; le petit établissement thermal qu'on y trouve est alimenté par des eaux salines séléniteuses, contenant une proportion assez sensible de fer.

Les propriétés physiques et chimiques de ces eaux ont été étudiées avec soin par MM. Latour, de

(1) L'établissement de Bagnères-de-Bigorre renferme actuellement le système le plus complet qui existe de grandes douches diverses. Des travaux récents ont doublé le volume de la source Saint-Roch. La source du Foulon, qui donnait autrefois 21,600 litres d'eau à 34° centigrades, s'était réduite à 17,000 litres à 32°, et ne pouvait plus servir. Un nouveau captage a porté sa température à 34,50, et son volume à 47,280 litres. On a découvert, en outre, une source douce, identique au Foulon, qui alimente des douches d'injection aux bains du Foulon, plus cinq sources, dont la température est comprise entre 35 et 42°, et dont le débit est de 152,640 litres en vingt-quatre heures.

Trie, et Rosières (1). La température de l'eau de Capbern est de 24°,37 centigrades; sa densité est égale à 1,0050. Cette source, dit M. Latour, est assez abondante pour alimenter deux petits moulins à une meule, placés l'un à la suite de l'autre.

Comme toutes les sources de ce genre, celle de Capbern laisse dégager un gaz qui est composé d'azote, mêlé avec une petite quantité d'acide carbonique et d'oxygène.

Voici, d'après M. Latour, la composition de cette eau:

Substances gazeuses. (Eau, 1 litre.)

Acide carbonique.	49	centimètres cubes.
Oxygène. . . .	18	
Azote.	28	
TOTAL. . . .	95	

Substances fixes.

Matière organique.	0gr.	076
Hydro-chlorate de magnésie. .	0	032
— de soude. . .	0	044
— de chaux. . .	0	016
Sulfate de magnésie.	0	464
— de soude.	0	072
Carbonate de magnésie (sous) .	0	012

(1) *Traité de l'eau médicinale et thermale de Capbern*, par M. Latour, de Trie. 1838.

Carbonate de chaux (sous). . .	0gr. 220
Sulfate de chaux.	1 096
Carbonate de fer.	0 024
Silice..	0 028
TOTAL.	2gr. 084

L'action thérapeutique de cette eau est sensiblement la même que celle des eaux de Bagnères-de-Bigorre; elle est diurétique et produit, à ce qu'on assure, de bons effets dans la néphrite calculeuse, la gravelle, les catarrhes chroniques de la vessie.

On l'emploie aussi pour combattre les gastrites et les entérites chroniques, les engorgements chroniques du foie ou de la rate, la constipation opiniâtre, l'aménorrhée, etc.

EAUX MINÉRALES DE SAINTE-MARIE.

Dans l'une des plus jolies vallées des Pyrénées, sur les bords de la partie de la route de Toulouse à Bagnères-de-Luchon, qui est comprise entre les villages de Bagiry et d'Esténos, on aperçoit un établissement neuf, d'une construction simple et élégante, dans lequel sont utilisées les sources de Sainte-Marie. Ces sources, comme celles que nous avons étudiées précédemment, sont salines séléniteuses; mais l'analyse n'y décèle pas l'existence d'une qnantité appréciable de fer.

D'après M. Save, qui en a fait l'analyse, l'eau de Sainte-Marie renferme :

Eau, 1 litre.

Acide carbonique.	0 lit. 160
Sulfate de chaux.	1 gr. 430
— de magnésie.	0 580
Carbonate de magnésie.	0 020
— de chaux.	0 370
	2 gr. 400

Les eaux de Sainte-Marie sont administrées, en boisson et en bains, dans des cas analogues à ceux que nous avons signalés à propos de celles de Capbern. On a obtenu de bons effets de leur usage contre certaines maladies de la peau, et spécialement contre les éphélides hépathiques.

SIRADAN.

A une très-faible distance des eaux de Sainte-Marie, et dans la même vallée, se trouve l'établissement de Siradan, qui est alimenté par des eaux salines entièrement semblables à celles de Sainte-Marie.

Ces eaux, qui entretenaient autrefois un lac dans lequel on les puisait pour l'usage des malades, ont été récemment captées par M. François, et se trouvent aujourd'hui dans d'excellentes conditions.

Ces eaux, comme celles de Sainte-Marie, sont salines séléniteuses, et naissent à peu de distance des points d'affleurement des ophites.

D'après l'analyse qui en a été faite par M. O.

Henry, et d'après mes propres recherches, un litre d'eau renferme :

Analyse de M. O. Henry.

Acide carbonique libre.	0 gr. 014
Bi-carbonate de chaux.	0 390
— de magnésie. . . .	0 110
Sulfate anhydre de chaux	1 400
— de soude	0 120
— de magnésie. . .	0 300
— de strontiane.. .	indiqué.
Chlorures de sodium, de magnésium et de calcium.	0 030
Sel de potasse..	sensible.
Silice, alumine et oxyde de fer.	peu.
Phosphate de chaux ou d'alumine, matière organique de l'humus, principe ammoniacal	0 100
	2 gr. 464

Analyse de M. Filhol.

Acide carbonique libre. . . .			18 c.
Bi-carbonate de chaux. . . .	0 gr.	2000	
— de magnésie. .	0	0255	
Sulfate de chaux.	1	3600	
— de magnésie.	0	2800	0,889
— de soude	0	1090	
Chlorures de potassium. .	traces.		
— de sodium . . .			

Chlorures de calcium	0 gr. 0500
— de magnésium . .	traces.
Oxyde de fer	traces.
Silice	
Iode.	
Phosphate de chaux. . . .	
Matière organique	
	2 gr. 0245

L'établissement de Siradan est neuf, commode, construit avec élégance et pourvu de tout ce qui est nécessaire aux malades qui viennent y prendre les eaux.

Une voiture, qui part tous les jours de Bagnères-de-Luchon pour Saint-Bertrand, permet, soit aux malades, soit aux curieux, de visiter à peu de frais ce joli petit établissement thermal.

SOURCES SALINES SÉLÉNITEUSES DU DÉPARTEMENT DE L'ARIÉGE.

AUDINAC.

Les bains d'Audinac sont situés à 10 kilomètres de la ville de Saint-Girons, dans un site gracieux que l'on a su convertir en un parc agréable, avec promenades variées.

Ils sont alimentés par deux sources thermo-minérales que l'analyse classe parmi les eaux salines

de la variété de celles désignées sous le nom de ferrugineuses-acidulées.

La principale, indiquée sous le nom de source des Bains, sert à la fois à la boisson et à l'alimentation des bains et douches; elle a été récemment captée et isolée de tous les agents de dégradation.

Un vaste bassin, élevé au-dessus du sol et d'un accès facile aux malades, est disposé de manière à desservir les bains et les douches, et à permettre l'usage de l'eau en boisson sur les points d'émergence.

La seconde source, indiquée sous le nom de source Louise, est exclusivement affectée à la boisson, surtout en raison de sa nature gazeuse et de sa teneur en sels de fer qui, sous ce rapport, la rapprochent de la source de l'Hôpital de Vichy.

L'eau de cette source s'élève à 1 mètre 20 au-dessus du sol, dans une vasque élégante, taillée dans un bloc de marbre, et dont la forme facilite l'usage des eaux au plus près du point d'émergence.

La position géologique des eaux d'Audinac vient confirmer les indications de l'analyse, et les classer parmi les eaux salines thermales des Pyrénées; elles jaillissent à la limite commune des formations crétacées, supérieure et inférieure, sur la ligne même des affleurements des ophites que l'on observe de Labastide-de-Sérou à Salies, par Rimont, Mercenac et Bonrepos. Cette ligne se rattache d'ailleurs, vers l'ouest, à celle des affleurements ophitiques auxquels sont liées les eaux des environs d'Aspet,

d'Encausse, de Sainte-Marie, de Bagnères-de-Bigorre, de Saint-Christau, etc.

Un nouvel établissement, d'une architecture élégante et appropriée à sa destination, complète aujourd'hui les moyens de bonne administration des eaux d'Audinac.

Cet établissement comprend une galerie de douze cabinets renfermant quinze baignoires. La galerie est coupée par une salle d'attente, et terminée à ses extrémités par deux avant-corps. L'un d'eux est destiné à l'appropriation de deux douches ascendantes avec vestiaire; le second est occupé par une douche de percussion, à température et à pression variables, précédé d'un vestiaire.

Les anciens bains ont été l'objet d'un remaniement général qui a été confié à MM. François et Chambert. Le mode de distribution des eaux a été amélioré de manière à desservir rapidement les quinze baignoires et deux douches qui y existent, en même temps que les quatorze baignoires et les douches du nouvel établissement.

J'ai fait, en 1849, sur la demande des propriétaires de l'établissement d'Audinac, l'analyse de ces eaux. En voici les résultats :

Source des Bains.

L'eau de cette source est limpide, incolore; elle exhale une légère odeur d'acide sulfhydrique; sa saveur est un peu amère; sa densité est de 1,0020.

Un thermomètre centigrade que nous y avons plongé s'est fixé, au bout de peu de temps, à 22°,75 ; la température extérieure était, au même moment, de 14°.

De temps en temps et à des intervalles assez rapprochés, de grosses bulles gazeuses partent du fond de l'eau et viennent crever à la surface.

J'ai trouvé ce gaz composé de :

Azote.	96 gr. 50
Oxygène.	1 50
Acide carbonique.	2
	100 gr. 00

Exposée à l'air, cette eau laisse déposer un sédiment rougeâtre composé de carbonates de chaux, de magnésie et de sesqui-oxyde de fer.

Un litre d'eau contient :

Sulfure de calcium. . .	traces.
Chlorure de magnésium.	0 008
Iodure de magnésium. . .	traces.
Carbonate de chaux. . .	0 200
— de magnésie.	0 010
Sulfate de chaux.	1 117
— de magnésie. . .	0 496
Oxyde de fer..	0 003
— de manganèse. .	0 008
Crénate de fer.	traces.
Alumine.	traces.
Silicate de soude.	0 020
— de potasse. . . .	traces.

Matière organique. . . .	0 gr. 042	
Acide carbonique. . . .	0 079	ou 36,30 cc.
Total. . . .	1 gr. 983	

Source Froide, indiquée sous le nom de Louise.

La température de cette source est de 22°; sa densité, prise à 15°, égale 1,0019. Les caractères physiques et chimiques de l'eau sont exactement les mêmes que ceux de la source Chaude : les réactifs indiquent aussi qu'elle renferme les mêmes éléments, mais, comme nous allons le voir, dans des proportions un peu différentes.

Un litre de cette eau a fourni :

Chlorure de magnésium. .	0 gr. 016	
Iodure.	traces.	
Carbonate de chaux.	0 150	
— de magnésie. . .	0 004	
Sulfate de chaux.	0 935	
— de magnésie. . . .	0 464	
Oxyde de fer.	0 007	
— de manganèse. . . .	0 005	
Alumine.	traces.	
Crénate de fer.	0 008	
Silicate de soude.	0 012	
— de potasse.	traces.	
Matière organique.	0 058	
Acide carbonique.	0 142	ou 71cc.
Total. . . .	1 gr. 801	

Comme on le voit, cette source se distingue de la première par l'absence de l'odeur sulfureuse, ou au moins par l'intensité beaucoup moindre de cette odeur, par la présence d'une quantité moindre de sels de chaux et d'une proportion un peu plus forte de sels de fer et d'acide carbonique. L'alcalinité légère de l'eau des deux sources nous paraît devoir être rapportée au silicate de soude dont l'analyse y démontre l'existence.

L'une des deux sources (la plus froide) renferme du carbonate et du crénate de fer dans des proportions suffisantes pour qu'on puisse la rapprocher, sous ce rapport, de plusieurs sources qui doivent surtout leur activité au fer; toutes les deux contiennent une petite quantité d'iode.

La source des bains doit, sans aucun doute, son odeur sulfureuse à un peu de sulfure de calcium dont l'origine est facile à concevoir, puisqu'elle contient en même temps du sulfate de chaux et une matière organique qui a pu, en réagissant sur une trace de ce dernier sel, le transformer en sulfure. La matière organique se compose d'acide crénique, et en outre d'une substance que MM. Lafont-Gouzy et Magnes avaient désignée sous le nom de bitume, et qui, en effet, se rapproche, sous plusieurs rapports, de ce que l'on désigne ordinairement sous ce nom.

Il est à remarquer que le depôt ferrugineux, recueilli à la source et soumis à l'analyse, n'a pas fourni de traces d'arsenic, tandis que ce principe se

retrouve dans presque tous les dépôts qu'abandonnent les eaux ferrugineuses. La proportion d'acide carbonique, dont l'analyse démontre l'existence dans l'eau de chacune des deux sources, est un peu supérieure à celle qu'il faut pour former des bi-carbonates de chaux, de magnésie et de fer, avec la quantité de ces bases qui a été comptée plus haut comme carbonate neutre. Les eaux d'Audinac peuvent donc être classées parmi les eaux thermales salines acidules ferrugineuses.

L'action thérapeutique des eaux d'Audinac est analogue à celle des eaux du même genre que nous avons déjà étudiées. Le docteur Sentein, médecin inspecteur de ces eaux, en a obtenu de bons effets dans les affections chroniques du foie, du pancréas, de la rate, des reins; dans les gastrorrhées, dans les diarrhées et les dyssenteries chroniques sans symptômes inflammatoires, dans le catarrhe vésical, dans la leucorrhée, etc.

Elles sont légèrement purgatives et diurétiques. M. Sentein compare l'eau de la Source-Chaude à une potion anti-émétique de Rivière, préparée par la nature.

L'eau de la source ferrugineuse convient plus spécialement aux personnes atteintes de chlorose ou d'aménorrhée.

EAUX MINÉRALES D'AULUS.

Aulus est un village situé au pied des Pyrénées, à l'extrême limite de l'arrondissement de Saint-

Girons, à 33 kilomètres de cette ville, à 77 kilomètres de Foix, à 130 kilomètres de Toulouse.

La source est située sur la rive gauche du Garbet, au pied de la montagne dite de Las Costos. Elle sourd au milieu d'un terrain noir et tourbeux; elle dépose sur la paroi du bassin qui la renferme un dépôt ferrugineux assez abondant.

L'eau d'Aulus est limpide, inodore; sa saveur est légèrement amère; sa densité, prise à la température de + 10° centigrades, est de 1,0027. Un thermomètre, plongé pendant un quart d'heure dans la source, marquait 20°; la température de l'air au même instant était de 11,5.

D'après l'analyse que j'en ai faite, en 1847, de concert avec M. Pinaud, un litre de cette eau renferme:

Acide carbonique.	0 gr.	0650
Chlorure de calcium.	0	0060
— de sodium.	0	0012
Sulfate de chaux.	1	8167
— de magnésie.	0	2093
— de soude.	0	0120
Carbonate de chaux.	0	1268
Carbonate de magnésie . . .	0	0386
Oxyde de fer.	0	0046
Silice.	0	0076
Acide crénique et apocrénique.	0	0064
Manganèse	traces.	
Cuivre		
Arsenic..		
	2 gr.	2942

Les eaux minérales d'Aulus jouissent de propriétés analogues à celles des sources d'Audinac, de Bagnères-de-Bigorre, de Barbazan, etc. D'après MM. Monnerau, Laugé et Bordes-Pages, elles ont produit d'excellents effets dans plusieurs cas d'affections chroniques des voies digestives, d'aménorrhée, de leucorrhée, de rhumatisme chronique, de dartres.

Ces eaux sont purgatives, et leur usage convient dans les cas d'asthénie de l'estomac ou des intestins. On assure, en outre, qu'elles ont produit des cures fort remarquables chez des individus atteints d'anciennes affections syphilitiques.

EAUX SALINES SÉLÉNITEUSES DE LA HAUTE-GARONNE.

EAUX D'ENCAUSSE.

Le village d'Encausse est situé sur la petite rivière appelée le Jops, à 2 kilomètres environ de la route qui conduit de Saint-Gaudens à Aspet.

Les sources minérales y sont au nombre de trois, dont deux appartiennent à la commune; la troisième sourd dans la maison de M. d'Argut, propriétaire dans cette localité.

Les deux sources de la commune sont désignées sous les noms de Grande et de Petite Source.

Ayant été chargé, en 1851, par la commune d'En-

causse d'examiner ces eaux, j'en ai fait une analyse complète, dont je vais faire connaître les résultats :

L'eau minérale d'Encausse est limpide, incolore, sans odeur; sa saveur est légèrement amère; sa densité, déterminée à la température de 16°, est de 1,0042.

Un thermomètre centigrade plongé dans l'eau du réservoir s'est arrêté à 22,20. Cette température est sensiblement la même que celle qui avait été constatée par M. le docteur Saint-André (22,20); elle diffère très-peu de celle que M. Save avait observée.

Si l'on examine l'eau d'Encausse dans son réservoir, on voit se dégager constamment, du fond de ce dernier, une multitude de bulles gazeuses qui viennent crever à la surface, et qui pourraient au premier abord faire considérer cette source comme devant faire partie de la classe des eaux gazeuses acidules; mais un examen plus attentif démontre que le gaz contenu dans l'eau est formé en grande partie par de l'azote et de l'oxygène, et que l'acide carbonique n'y entre que pour une proportion assez faible. L'eau d'Encausse ressemble, sous ce rapport, à celle d'Audinac, qui laisse dégager aussi une quantité considérable d'un gaz composé d'azote et d'oxygène mêlés d'un peu d'acide carbonique.

L'eau d'Encausse ramène légèrement au bleu la teinture du tournesol rougie.

Un litre d'eau de la Grande Source a fourni :

Oxygène.	4 cc 50
Azote..	19 00
Acide carbonique.	5 00

Sulfate de chaux.	2 gr. 1390
— de potasse.	traces.
— de soude.	0 0204
— de magnésie.	0 5420
Chlorure de sodium.	0 3202
Carbonate de chaux.	0 0270
— de magnésie. . .	0 0155
Oxyde de fer.	traces.
— de manganèse.	traces.
Silicate de soude.	traces.
Silice en excès.	0 0100
Matière organique.	traces.
Arsenic.	traces.
	3 gr. 0741

L'eau de la Petite Source possède à peu près la même composition chimique.

J'ai aussi examiné l'eau de la source de M. Dargut, et j'ai obtenu les résultats suivants :

Eau, 1 litre.

Oxygène.	5 cc 20
Azote.	15 10
Acide carbonique.	5 00
	25 cc 30

Sulfate de chaux.	2 gr.	1130
— de magnésie.	0	4610
— de soude.	0	0189
— de potasse.		traces.
Carbonate de chaux.	0	0258
— de magnésie. . . .	0	0150
Chlorure de sodium.	0	3225
Iode.		traces.
Oxyde de fer.		traces.
Acide silicique.	0	0120
Matière organique.		traces.
	2 gr.	9682

D'après M. Doueil, qui a exercé pendant plusieurs années les fonctions de médecin-inspecteur dans cette localité, les eaux d'Encausse sont très-efficaces pour assouplir et ramollir les fibres dans les cas de trop tension et de contraction de muscles, dans la rétraction ou le dessèchement des muscles, dans les endurcissements et irritations de ligaments articulaires, dans les rhumatismes, dans les coliques bilieuses et néphrétiques produites par du gravier dont elles facilitent la sortie.

Ainsi, M. Bessegnié, curé à Cassagnebère, en rendit soixante-douze, pendant la saison de 1825. — M. Gaillardi, boulanger, à Saint-Lys, en évacua dix, en 1826. — M. Arjo, propriétaire, habitant à Soueich, en rendit plusieurs la même année, et le plus gros avait la forme d'un haricot. — En 1850, M. Lamolle, curé à Juzet-d'Izaut, en rendit huit

dont le plus petit était de la forme d'une lentille et le plus gros de celle d'un pois. Depuis lors, il n'a plus éprouvé la moindre indisposition.

Les bains et les eaux d'Encausse en boisson sont avantageusement employés dans les maladies de la peau, telles que la gale, la teigne, les dartres et autres exceptions.

Les femmes y trouvent un puissant remède contre les flueurs blanches occasionnées par trop d'irritation de la membrane muqueuse qui revêt l'intérieur de la matrice. Ces eaux rafraîchissent également, calment les tempéraments échauffés, irritables.

Leur succès éclate principalement dans les affections mélancoliques, hypocondriaques, dans les affections hystériques, attaques de nerfs et autres de ce genre.

On voit souvent des fièvres intermittentes quartes qui, après avoir résisté à tous les remèdes, guérissent comme par enchantement par le seul usage de l'eau de la Grande Source. 249 cas de ces fièvres ont été radicalement guéris en 1849, les eaux étant seulement prises en boisson.

Enfin, elles opèrent fréquemment des cures inattendues chez les malades atteints de l'ictère, des obstructions des viscères abdominaux. Il est même arrivé souvent que le sentiment et les forces sont quelquefois rétablis par la douche forte sur les membres frappés de paralysie.

Le docteur Camparan, inspecteur des eaux d'Encausse, a observé des faits du même genre.

L'établissement thermal d'Encausse est pourvu de tout ce qui est nécessaire pour l'administration des eaux en bains, douches, etc.

EAUX DE BARBAZAN.

Le petit établissement thermal de Barbazan est situé dans le canton de Saint-Bertrand, à peu de distance de la route qui conduit de Saint-Gaudens à Bagnères-de-Luchon, à l'ouest du village de Barbazan.

Les sources minérales y sont au nombre de trois : l'une d'elles, qui est connue depuis longtemps, sourd dans l'intérieur de l'établissement lui-même ; les deux autres naissent à quelques mètres de distance dans une prairie voisine.

La source de l'établissement a été analysée par M. André en 1814. Je l'ai analysée moi-même en 1852.

D'après mes observations, cette source doit être classée parmi les salines séléniteuses qui renferment une assez forte proportion de fer pour qu'on puisse compter sur l'action de ce dernier.

Cette eau est limpide, incolore; sa saveur est assez franchement atramentaire; elle laisse dégager des quantités assez notables d'un gaz qui est composé d'azote, d'oxygène et d'acide carbonique. On aperçoit, sur les parois et sur le fond du bassin qui la reçoit, un sédiment de couleur ocracée. Un litre d'eau renferme :

Sulfate de chaux.	1 gr.	5040
— de magnésie.	0	3080
— de soude.	0	0180
Carbonate de chaux.	0	1300
— de magnésie. . .	0	0540
Chlorure de sodium.	0	0090
— de calcium.		traces.
— de magnésium. . .		traces.
Silice.	0	0140
Oxyde de fer.	0	0015
Iode.		traces.
Magnésie.		traces.
Phosphates.		traces.
Matière organique.		traces.
	2 gr.	0385

Les deux autres sources sont connues sous les noms de source du Saule et de source du Sureau. Celles-ci ne sont pas ferrugineuses; elles sont d'ailleurs moins chargées de matériaux salins que la précédente.

Voici leur composition :

Eau, 1 *litre*.

	Source du Saule.		Source du Sureau.	
Sulfate de chaux. . . .	0 gr.	448	0 gr.	534
— de magnésie. .	0	190	0	220
Chlorure de sodium. .	0	061	0	054
Carbonate de chaux. .	0	079	0	087
— de magnésie.	0	017	0	015
	0 gr.	795	0 gr.	910

Les eaux de Barbazan jouissent des propriétés des eaux salines séléniteuses en général ; la soure principale doit jouir, en outre, des vertus des sources ferrugineuses.

Le petit établissement de Barbazan, quoique fort modeste, est convenablement disposé, et les eaux peuvent y être administrées en bains et en boisson.

CHAPITRE VI.

Des eaux ferrugineuses des Pyrénées.

On s'est peu occupé jusqu'à ce jour des eaux ferrugineuses des Pyrénées, et, si l'on s'en rapportait aux ouvrages qui ont été publiés sur les eaux de ce genre qui existent dans cette chaîne, on serait tenté de croire qu'elles y sont peu nombreuses ou peu importantes ; il n'en est pourtant pas ainsi.

Anglada, qui a si bien étudié les eaux qui sourdent dans les Pyrénées-Orientales, a décrit un grand nombre de sources ferrugineuses, et nous a laissé une analyse complète de quelques-unes d'entre elles. Cet habile chimiste a divisé les eaux ferrugineuses qu'il a examinées en acidules ferrugineuses, acidules alcalino-ferrugineuses, ferrugineuses carbonatées simples. Les premières sont fortement acidulées par l'acide carbonique ; les deuxièmes renferment, indépendamment de l'acide carbonique, une quantité sensible d'un carbonate alcalin ; dans les troisièmes, le fer et les carbonates alcalins sont tenus en dissolution sans qu'il y ait assez d'acide carbonique pour leur mériter le nom d'acidules. Il est à présumer que les eaux qu'Anglada classe dans cette

dernière catégorie appartiennent au genre que les chimistes désignent aujourd'hui sous le nom de ferrugineuses crénatées.

Les eaux ferrugineuses des Pyrénées centrales, que j'ai pu examiner, appartiennent presque toutes à la classe des eaux sulfatées ; des schistes imprégnés de pyrite, subissant l'action de l'air et de l'eau, se délitent visiblement dans plusieurs endroits ; le sulfure de fer se transforme en sulfate et se dissout ; la roche devient poreuse, friable et cède à l'eau indépendamment du composé ferrugineux des silicates alcalins ou alcalino-terreux. Ce sont des eaux de ce genre qu'on rencontre à Bagnères-de-Luchon, dans les localités de Barcugnas, de Castelvieil, de Trébons, d'Artigues, etc.

J'ai analysé une eau ferrugineuse carbonatée fort remarquable, qui a été récemment découverte à Saleich, canton de Salies (Haute-Garonne). Enfin, MM. Boullay et O. Henry ont analysé l'eau de la source d'Angoulême, à Bagnères-de-Bigorre, et y ont reconnu la présence de l'acide crénique.

J'ai trouvé dans toutes les eaux ferrugineuses des Pyrénées, dont j'ai fait l'analyse, des traces d'iode et d'arsenic ; mais, pour ce dernier corps, ce n'est qu'en ayant recours à des précautions toutes particulières, que M. Bérard, doyen de la Faculté de Médecine de Montpellier, avait eu la bonté de me signaler, que j'ai pu en reconnaître l'existence (1).

(1) Ces précautions consistent à isoler l'arsenic en faisant

Les eaux ferrugineuses des Pyrénées sont rarement employées, et l'on est loin d'en tirer tout le parti qu'on en pourrait attendre. Cependant on use dans certaines localités de l'eau de quelques sources. principalement en boisson.

L'action thérapeutique des eaux ferrugineuses des Pyrénées ne présente rien de particulier ; aussi ai-je cru pouvoir me dispenser de la décrire ; il est évident qu'on peut les prescrire dans des cas analogues à ceux pour lesquels on prescrit les eaux ferrugineuses qui sont réparties en grand nombre sur divers points de la France. Je rappellerai seulement que l'expérience montre que les eaux sulfatées, plus astringentes, plus styptiques, et ordinairement plus actives, sont moins bien supportées par plusieurs malades que les eaux carbonatées ou crénatées ; ces dernières sont celles qui produisent le plus rarement les crampes d'estomac et les autres accidents que détermine quelquefois l'usage des préparations ferrugineuses.

Je vais faire connaître en peu de mots la com-

passer un courant d'acide sulfhydrique dans la solution du dépôt ferrugineux, à traiter le précipité arsenical par de l'eau régale, faire évaporer à siccité, reprendre par l'eau distillée, et introduire le liquide dans un appareil de Marsh, préalablement essayé. Si l'on introduit directement dans l'appareil de Marsh la dissolution du dépôt ferrugineux dans l'acide sulfurique, il arrive souvent qu'on ne parvient pas à mettre en évidence les traces d'arsenic qu'elle renferme.

position chimique et les principales propriétés des sources ferrugineuses le mieux connues.

EAUX FERRUGINEUSES DES HAUTES-PYRÉNÉES.

SOURCE D'ANGOULÊME.

Cette source est située au sud-ouest de Bagnères-de-Bigorre, sur le flanc de la montagne qui domine la ville de ce côté. Vauquelin, qui l'analysa le premier, en 1817, y constata l'existence du fer, du carbonate de chaux, de la silice, du chlorure de potassium et d'une matière végétale brune, rendue soluble par le carbonate de potasse. Cette matière organique était, sans aucun doute, l'acide crénique dont la nature n'avait pas été encore bien déterminée.

MM. Boullay et O. Henry ont analysé, en 1843, l'eau de la source d'Angoulême ; voici les principaux résultats de leur travail.

Cette eau est limpide ; sa saveur est atramentaire ; sa température est de 13°,75 ; elle laisse déposer, dans le bassin qui la reçoit, une quantité notable d'un sédiment, couleur de rouille, dans lequel M. Lemonier a reconnu l'existence de l'arsenic. D'après MM. Boullay et O. Henry, 1 litre d'eau renferme :

Acide carbonique. . . . . 0 lit. 500

Chlorure de magnésium. . .		
— de sodium.		
Carbonate de soude.	0 gr.	0194
— de potasse.		
Chlorure de potassium. . . .		
Sulfate de soude.		
— de chaux.	0	0141
Silice et alumine.		
Carbonates terreux.	0	0097
Crénate de fer.	0	0053
	0 gr.	0485

Comme on le voit, la source d'Angoulême renfermerait, d'après cette analyse, vingt fois moins de fer que la source de la Reine ; et pourtant cette dernière n'est pas considérée, au moins si je m'en rapporte aux travaux que j'ai eus à ma disposition, comme agissant à la façon des eaux ferrugineuses. Ceci prouve, une fois de plus, combien est grande l'influence des sels qui accompagnent, dans la plupart des eaux, l'élément le plus actif, et quelles erreurs on pourrait commettre si l'on voulait juger de l'efficacité probable des diverses eaux, d'après les proportions relatives d'un seul des éléments qui s'y trouvent en dissolution.

SOURCES DE SÉRIDAN.

J'ai examiné, en 1847, deux sources ferrugineuses qui existent dans la commune de Siradan, et dont l'une est située dans une prairie qui appartient à

M. Sarrieu ; l'autre coule sur un petit chemin qui existe un peu au-dessus de cette prairie.

Voici les résultats de mes analyses :

	Source-Sarrieu.	Eau du Chemin.
Acide carbonique. . .	0 gr, 0633	0 gr. 0289
Chlorure de calcium.	traces.	traces.
— de magnésium.	0 0102	0 0120
Sulfate de magnésie.	0 0214	0 0108
— de chaux. .	0 0340	0 0160
— de soude. .	0 0017	0 0030
Carbonate de chaux.	0 0449	0 0602
— de magnésie.	0 0055	0 0200
Oxyde de fer.	0 0106	0 0200
— de manganèse.	traces.	traces.
Silice.	0 0050	0 0042
	0 gr. 1966	0 gr. 1751

EAUX FERRUGINEUSES DES PYRÉNÉES-ORIENTALES.

Parmi les sources ferrugineuses que le département des Pyrénées-Orientales renferme en si grand nombre, il en est quatre qui ont été complètement analysées par Anglada. Ces sources contiennent toutes une quantité notable d'acide carbonique. Quelques-unes d'entre elles sont assez riches en matériaux salins pour qu'on puisse considérer ces derniers comme devant jouer un rôle considérable dans leur action thérapeutique. D'après Anglada, ces sources sont composées comme il suit :

COMMUNES où sont situées LES SOURCES.	Acide carbonique.	Carbonate de Soude.	Sulfate de Soude.	Chlorure de Sodium.	Carbonate de Chaux.	Carbonate de Magnésie.	Carbonate de Fer.	Carbon. de Manganèse.	Potasse.	Silice.	Matière organique.	Alumine.	Totalité des produits.
	cc.	gr.											gr.
Saint-Martin-de-Fenouillet.	750	2,787	0,019	0,324	0,448	0,159	0,050	»	traces	0,106	0,022	»	4,019
Boulou.	611,3	2,431	traces	0,852	0,741	0,215	0,032	»	»	0,134	»	»	4,405
Sorède.	Quantité indét.	0,053	0,026	0,022	0,607	0,059	0,050	traces	»	0,101	0,021	0,003	0,967
La Roque.	Quantité indét.	0,008	0,031	0,020	0,136	0,057	0,030	»	»	0,066	0,003	»	0,363

La composition des deux premières est fort remarquable et établit un rapport marqué entre ces eaux et celles des sources ferrugineuses de Vichy, dont elles doivent très-probablement posséder les propriétés thérapeutiques.

EAUX FERRUGINEUSES DE L'ARIÉGE.

Le département de l'Ariége renferme un grand nombre de sources ferrugineuses dont la plupart sont à peine connues. La source la mieux étudiée est celle de Sainte-Quiterie de Tarascon, dont on doit l'analyse à M. Magnes.

D'après cet habile chimiste, un litre de cette eau renferme :

Acide carbonique.	0 gr.	0265
Chlorure de sodium	0	0212
— de magnésium . . .	0	0477
Sulfate de chaux.	0	3339
— de magnésie.	0	0954
Sous-carbonate de fer. . . .	0	1272
Matière grasse résineuse. . .	0	0212
Silice.	0	0053
Perte.	0	0371
	0 gr.	7155

Il faut ajouter à ces substances des traces de manganèse et d'arsenic dont j'ai démontré, il y a quelques années, l'existence dans le dépôt ferru-

gineux que fournit cette eau. La source de Sainte-Quiterie est donc, sous le rapport de sa composition chimique, analogue à celles de Valz, de Forges, etc.

EAUX FERRUGINEUSES DE LA HAUTE-GARONNE.

La partie pyrénéenne du département de la Haute-Garonne renferme un grand nombre de sources ferrugineuses, dont la plupart n'ont été l'objet d'aucune analyse. Celles de ces sources, qui sont situées dans la partie élevée de la chaîne, naissent presque toutes dans des schistes argileux pyritifères, et sont minéralisées par du sulfate de fer mêlé quelquefois d'un peu de crénate. Celles qui sont situées dans la partie la moins élevée naissent ordinairement dans le calcaire et renferment du carbonate et du crénate de fer. Toutes les sources que j'ai examinées renferment des traces d'arsenic.

Il existe dans le canton de Bagnères-de-Luchon un grand nombre de sources, dont quelques-unes jaillissent dans les galeries souterraines où sourdent les eaux sulfureuses. Ces sources renferment toutes du sulfate de fer. Les eaux ferrugineuses qu'on trouve à Castelvieil et à Barcugnas, et qui sont quelquefois utilisées par les médecins de Bagnères-de-Luchon, sont sulfatées ; elles contiennent aussi un peu de crénate de fer. J'ai analysé

ces eaux à plusieurs reprises; mais, comme leur composition chimique éprouve des variations notables à diverses époques de l'année, je ne crois pas devoir donner ici des chiffres qui ne représenteraient pas même la composition moyenne de ces sources. Je me réserve de publier, plus tard, les résultats de mes analyses ; je me contenterai, pour le moment, de faire connaître les résultats de l'analyse de l'eau ferrugineuse qui sourd dans la galerie de Richard tempérée supérieure, et celle d'une source qui existe à Saleich, canton de Salies.

Un litre d'eau de la source de la galerie de Richard a fourni :

Sulfate de chaux.	0 gr.	1789
— de magnésie.	0	0763
— de soude.	0	0636
— de fer.	0	0073
Silicate de chaux.		traces.
— de magnésie.		traces.
— de soude.		traces.
— d'alumine.	0	0060
Chlorure de sodium.	0	0161
Iode.		traces.
Arsenic.		traces.
Matière organique.		traces.
	0 gr.	3482

La composition des eaux ferrugineuses de Barcugnas et de Castelvieil est analogue à celle-ci; mais

elle est plus variable, parce que ces dernières ne sont pas aussi bien préservées de l'influence des eaux d'infiltration.

EAU DE SALEICH.

Un litre de cette eau a fourni .

Oxygène.	4cc	
Azote.	15cc	
Acide carbonique.	0 gr.	4100
— silicique.	0	0300
— sulfurique.	0	2424
— phosphorique.		traces.
— crénique.		traces.
— apocrénique.		traces.
Chlore.	0	0024
Iode.		traces.
Soude.	0	0140
Potasse.		traces.
Chaux.	0	2252
Magnésie.	0	0674
Alumine.		traces.
Oxyde de fer.	0	0050
Oxyde de manganèse.	0	0022
Oxyde de cuivre.		traces.
	0 gr.	9986

Il résulte de l'analyse qui précède que l'eau de Saleich peut être classée parmi les eaux ferrugineuses acidules froides ; sa composition la rapproche des eaux de Forges.

La quantité de fer qu'elle renferme permet de prévoir qu'elle jouira d'une activité très-marquée; l'action du manganèse s'unissant à celle du fer pourra contribuer à la rendre plus efficace; enfin, la quantité d'acide carbonique libre contenue dans cette eau me paraît suffisante pour qu'on puisse compter cet acide comme l'un des éléments actifs de l'eau de Saleich.

CHAPITRE VII.

Résumé et conclusions générales.

1° Les eaux sulfureuses thermales des Pyrénées sont minéralisées par le monosulfure de sodium.

2° Ces eaux, considérées au point de vue de leur composition chimique, peuvent être distinguées en eaux renfermant de l'acide silicique libre ou des silicates acides, et en eaux renfermant des silicates neutres. Les premières laissent dégager, toutes choses égales d'ailleurs, plus d'acide sulfhydrique que les autres. Lorsque l'air pénètre dans les réservoirs ou les conduits qui les renferment, et ne s'y renouvelle qu'avec difficulté, on voit des incrustations de soufre se produire sur les voûtes des réservoirs ou sur la partie supérieure des conduits, dans des points que le niveau de l'eau n'atteint pas.

3° Les eaux qui renferment un excès de silice sont plus altérables que les autres; placées dans des conditions convenables, elles blanchissent; ce sont les eaux qui conviennent le mieux dans les cas où l'on veut faire respirer à des malades, dans des salles d'inhalation, une quantité un peu notable d'acide sulfhydrique.

4° Les eaux qui renferment des silicates neutres sont plus alcalines; elles sont plus stables, elles laissent dégager moins d'acide sulfhydrique, elles ne blanchissent pas.

5° Il n'existe pas de rapport entre la température des sources et leur richesse en sulfure de sodium (1).

6° Dans chaque localité, l'eau la plus sulfureuse

(1) M. Fontan, qui admettait autrefois que, *dans chaque localité, l'eau la plus sulfureuse était la plus chaude*, a récemment modifié l'exposé de sa théorie : il donne aujourd'hui le nom de localité à des groupes de sources qu'il considère comme naturels; il admet, par exemple, qu'il y a dans Bagnères-de-Luchon six localités différentes. Il peut arriver, d'après lui, que des sources qui sourdent à une distance de deux ou trois mètres les unes des autres ne fassent pas partie de la même localité, et que l'une d'elles, abandonnant ses compagnes, aille faire partie de la même localité qu'une autre source située à 60 ou 80 mètres d'elles. La source n° 3 du Bosquet est dans ce cas. On conviendra qu'une personne désintéressée dans la question eût probablement groupé les sources d'une toute autre manière. Si l'on jette un coup-d'œil sur les tableaux dans lesquels M. Fontan fait connaître les groupements qu'il adopte, on verra que sa loi n'est pas vérifiée pour Bagnères-de-Luchon, et que, dans les groupes de Sengez et de Lachapelle, les sources les plus chaudes ne sont pas les plus sulfureuses. Il serait cependant possible d'arriver à mettre les résultats de l'expérience en harmonie avec la loi de M. Fontan; il suffirait, par exemple, de considérer chacune des sources qui n'obéissent pas à cette loi comme formant un groupe à elle seule.

est la plus chlorurée; elle est en même temps la plus riche en silice.

7° Dans chaque localité, l'eau la plus sulfureuse est celle qui renferme le moins de sulfates.

8° Il n'existe aucun rapport entre l'alcalinité des eaux sulfuré-sodiques et la quantité de sulfure de sodium qu'elles renferment.

9° La distinction des eaux sulfureuses en eaux naturelles et eaux accidentelles n'est pas établie sur des faits suffisamment nombreux pour qu'on puisse l'accepter.

10° L'analyse sulfhydrométrique ne peut fournir des résultats exacts que dans les cas où les eaux que l'on examine contiennent, soit de l'acide sulfhydrique libre, soit un monosulfure, soit un sulfhydrate; elle fournit des résultats erronés lorsque l'eau renferme un polysulfure, ce qui a lieu très-souvent pour l'eau prise sur les lieux d'emploi; elle fournit encore des résultats erronés lorsque la température de l'eau minérale est très-élevée; enfin, les résultats sont encore inexacts dans le cas où l'eau renferme une quantité un peu notable de carbonate ou de silicate de soude. En pareil cas, l'addition du chlorure de barium anéantit l'action du carbonate ou du silicate alcalin, et permet de faire la correction nécessaire.

11° Il est indispensable, quand on veut analyser des eaux sulfureuses, de les désulfurer avant de les concentrer; on se met ainsi à l'abri des erreurs qui résulteraient de la formation des sulfites, hyposul-

fites, carbonates, etc., qui prennent naissance pendant l'évaporation.

12° Les températures des sources les mieux captées et les mieux aménagées éprouvent des variations qui ne dépassent que très-rarement un degré centigrade.

13° Les eaux les plus excitantes ne sont pas, toutes choses égales d'ailleurs, les plus sulfureuses; ce sont celles qui laissent dégager le plus d'acide sulfhydrique.

14° Les eaux sulfureuses des Pyrénées renferment toutes des traces d'iode et de borate de soude.

15° L'air des étuves, piscines, salles de douches, etc., est dépouillé d'une partie de son oxygène; il renferme, en outre, une quantité suffisante d'acide sulfhydrique pour exercer une action marquée sur les malades.

16° Les eaux salines des Pyrénées, considérées au point de vue de leur composition chimique, se divisent en eaux salines simples, eaux salines séléniteuses et eaux salines ferrugineuses. Ces dernières sont, tantôt alcalines et analogues à celles de Vichy (Boulou, Saint-Martin-de-Fénouilla), tantôt salines séléniteuses (Audinac, Capbern, Bagnères-de-Bigorre, source de la Reine).

17° Dans les eaux salines, les propriétés actives du fer sont modifiées par les sels qui l'accompagnent, à tel point que des eaux de ce genre, quoique très-riches en sels ferrugineux, sont suppor-

tées plus facilement par les malades que des eaux simplement ferrugineuses.

18° Les eaux ferrugineuses se divisent en eaux ferrugineuses acidules, eaux sulfatées et eaux crénatées. Ces eaux sont presque toutes arsenicales.

Ici se termine l'exposé des recherches que j'ai pu faire jusqu'à ce jour. Ces recherches sont loin d'être aussi complètes que je l'eusse voulu; j'espère qu'il me sera possible de terminer, d'ici à peu de temps, l'analyse de toutes les eaux minérales un peu importantes des Pyrénées, et de faire, pour chacune d'elles, un travail aussi complet que celui que j'ai effectué pour celles de Bagnères-de-Luchon. Les encouragements que m'ont accordés les corps savants, au jugement desquels j'ai soumis la partie la plus essentielle de mes travaux, m'autorisent à croire que ce livre renferme des données nouvelles dont on pourra tirer parti dans des cas nombreux, et me donnent l'espoir qu'il sera accueilli avec indulgence par les médecins et les chimistes.

APPENDICE.

Dans le courant des années 1852 et 1853, plusieurs établissements thermaux des Pyrénées ont été l'objet d'importantes améliorations, dont la plupart sont encore incomplètement réalisées. Ainsi, par exemple, un projet de reconstruction des thermes de Baréges et d'aménagement des eaux minérales de cette localité, ayant été proposé par M. François et approuvé par le Comité central d'Hygiène et par le Conseil général des Mines, on a commencé des recherches sous le bourg, à l'amont des sources actuelles. Immédiatement après la saison de 1853, on va entreprendre la construction du bâtiment des nouvelles piscines, et continuer les recherches des sources anciennes qui ont été commencées au vieux Baréges.

A Cauterets, les recherches souterraines et l'aménagement général de tout le groupe des sources de César, des Espagnols, des Pauses vieux et nouveau, et de Bruzaud, ont considérablement amélioré l'ancien état de choses. D'après une note que M. François, qui a dirigé ces travaux, a bien voulu me remettre, le groupe entier des sources que je viens de nommer, qui débitait 216,000 litres par 24 heures, en débite actuellement 392,000. La

source de César vieux s'est accrue de 21,000 à 110,000 litres; Pause vieux, de 39,000 à 69,120. On a, de plus, découvert des sources salines et alcalines, dont la température varie entre 34 et 40° centigrades et qui serviront à entretenir des bains spéciaux à écoulement permanent. Les nouveaux bains de Pause viennent d'être construits d'après les plans de M. François. Ces nouveaux bains sont munis de grandes douches spéciales et de cabinets de bains, avec douches percuttantes diverses, douches locales mobiles, etc. A la Raillère, la source tiède du sud, qui était refroidie par des infiltrations et compromettait le service de l'aile gauche de l'établissement, a été l'objet d'un nouveau captage, qui a eu pour résultat d'élever sa température de 32 à 38°, et d'augmenter son volume.

L'établissement de César vieux va être reconstruit sur l'emplacement de Pause vieux; la buvette de César aura des cellules d'inhalation et des bains d'eau alcaline.

L'établissement de la Raillère va devenir aussi l'objet de travaux d'une grande importance.

PL. 1.

LÉGENDE EXPLICATIVE OU PLAN GÉNÉRAL DE L'ÉTABLISSEMENT THERMAL DE BAGNÈRES-DE-LUCHON.

A. Portique extérieur.
B. Entrée des thermes.
C. Salle des Pas-Perdus.
D. Bureau de l'administration.
E. Bureau des fermiers.
F. Salles de repos et de service des employés de l'établissement.
G. — *idem.*
H. Chauffoir des linges.
I. Galeries des bains et des piscines.
J. Passage et galeries des conduites des eaux pour l'alimentation des bains, etc.
L. n° 1. } Salles de bains où les eaux de Ferras, d'Etigny, du
L. n° 2. } Pré, de Bordeu et du Bosquet sont employées.
L. n° 3. } Salles de bains où les eaux de la Reine, la Grotte
L. n° 4. } inférieure, la Blanche et Azémar sont employées.
L. n° 5. } Salles de bains où les eaux de Richard sont em-
L. n° 6. } ployées.
L. n° 7. }
L. n° 8. Grande salle de natation.
M. Salle Richard pour les dames.
N. Piscine des dames, précédée d'une salle pour vestiaire.
O. Piscine des hommes, *id.*
P. Bains des indigents.
Q. Piscine des indigents avec vestiaire.
R. Galeries des douches et des bains.
S. Grand escalier conduisant aux buvettes.
T. Réservoirs des eaux sulfureuses.
U. Promenoir des buvettes.
V. Etuves souterraines.
Y Vestiaire faisant salle d'attente. (*Tepidarium.*)
X. Galeries souterraines faisant *tepidarium.*
Z. Salle avec lits de repos pour les étuves souterraines.
W. Lieux.
a. Petits vestibules.
b. Escalier conduisant aux salles d'inhalation, la lingerie, etc., situés à l'étage supérieur.
c. Petite douche locale.
d. Douches ascendantes.

e. Vestiaires.
f. Douches.
g. Grandes douches, douches écossaises, etc.
h. Bains avec douches, précédés de vestiaires.
i. Générateur de vapeur.
l. Bains variés de vapeur; massages, cabinets de repos.

PL. 2.

APPAREIL CONSERVATEUR DU PRINCIPE SULFUREUX, CONSTRUIT D'APRÈS LES DONNÉES DE MM. FRANÇOIS, CHAMBERT ET FILHOL.

Cet appareil a été établi à Labassère, dans l'établissement de la villa Théas, par M. François.

PL. 3.

APPAREIL EMPLOYÉ POUR L'ANALYSE DE L'AIR DES PISCINES, ETC.

AA' Axe central autour duquel tournent les deux vases de verre VV'.

B'. Raccord qui sert à unir l'appareil aspirateur avec les tubes à boule et le tube en *u*.

VV'. Vases en verre dont le supérieur est rempli d'eau.

R". Robinet muni d'un tube à double raccord, qui établit la communication du vase supérieur avec le vase inférieur, et permet de faire couler l'eau du premier dans le second.

T'. Tube qui permet à l'air extérieur de pénétrer dans le vase V' en suivant le canal indiqué par des lignes ponctuées de B' en M'.

Le canal indiqué également par une ligne ponctuée entre *m* et C permet à l'air contenu dans le vase V' de s'échapper, lorsque l'eau du flacon supérieur coule dans l'inférieur.

RR'. Robinets qui permettent de régler la vitesse d'écoulement de l'air, soit à l'entrée, soit à la sortie, ou même de l'interrompre complètement.

MM'. Manchons rodés avec un grand soin sur l'axe AA', et munis de raccords, qui permettent de faire tourner les flacons autour de cet axe.

T. Tube qui remplit la même fonction que T' lorsqu'on a fait tourner l'appareil de manière à amener le flacon V' dans la position du flacon V.

a. Tube laveur, contenant du chlorure de barium, et destiné à arrêter les traces d'acide sulfurique contenu dans l'air aspiré.

c. Tube en *u*, contenant de la ponce imbibée d'acide sulfurique, et destiné à retenir la vapeur d'eau qui se trouve dans l'air aspiré.

b. Tube à boules contenant de l'azotate d'argent, et destiné à retenir l'acide sulfhydrique renfermé dans l'air soumis à l'analyse.

XX'. Robinets qui permettent de faire écouler l'eau contenue dans l'appareil.

Les flacons ayant été jaugés avec soin, une règle graduée qui se trouve appliquée sur leur paroi extérieure fait connaître à chaque instant le volume de l'eau qui est passée du flacon supérieur dans l'inférieur.

Le jeu de cet appareil est facile à comprendre. Les robinets R' et R étant ouverts, et le flacon supérieur étant plein d'eau, on ouvre le robinet R"; l'eau s'écoule dans le vase inférieur, et l'air extérieur pénètre dans le vase V', après avoir traversé les tubes *a*, *c*, *b*, le canal indiqué de B' en M' et le tube T'.

A mesure que l'eau du vase supérieur coule dans l'inférieur, l'air de ce dernier s'échappe par le canal indiqué en *m*. C.

Lorsque le vase supérieur est vide, on fait tourner sur l'axe AA' les flacons VV' de manière à ce que le vase V' prenne la place qu'occupait d'abord le vase V; l'eau du vase V coule alors dans le vase V', l'air contenu dans ce dernier s'échappe en C, l'air extérieur arrive dans le vase V en passant par le canal B' M', et le tube T remplit alors la fonction que remplissait avant le tube T'.

Comme on le voit, à l'aide de cet appareil ingénieux, et dont le jeu est d'une extrême simplicité, il est très-facile de faire passer à travers des réactifs convenablement choisis une quantité d'air qu'on fait varier à volonté, et dont on peut aisément ralentir ou accélérer le passage; il est en même temps facile de mesurer avec une approximation satisfaisante le volume de l air sur lequel on opère.

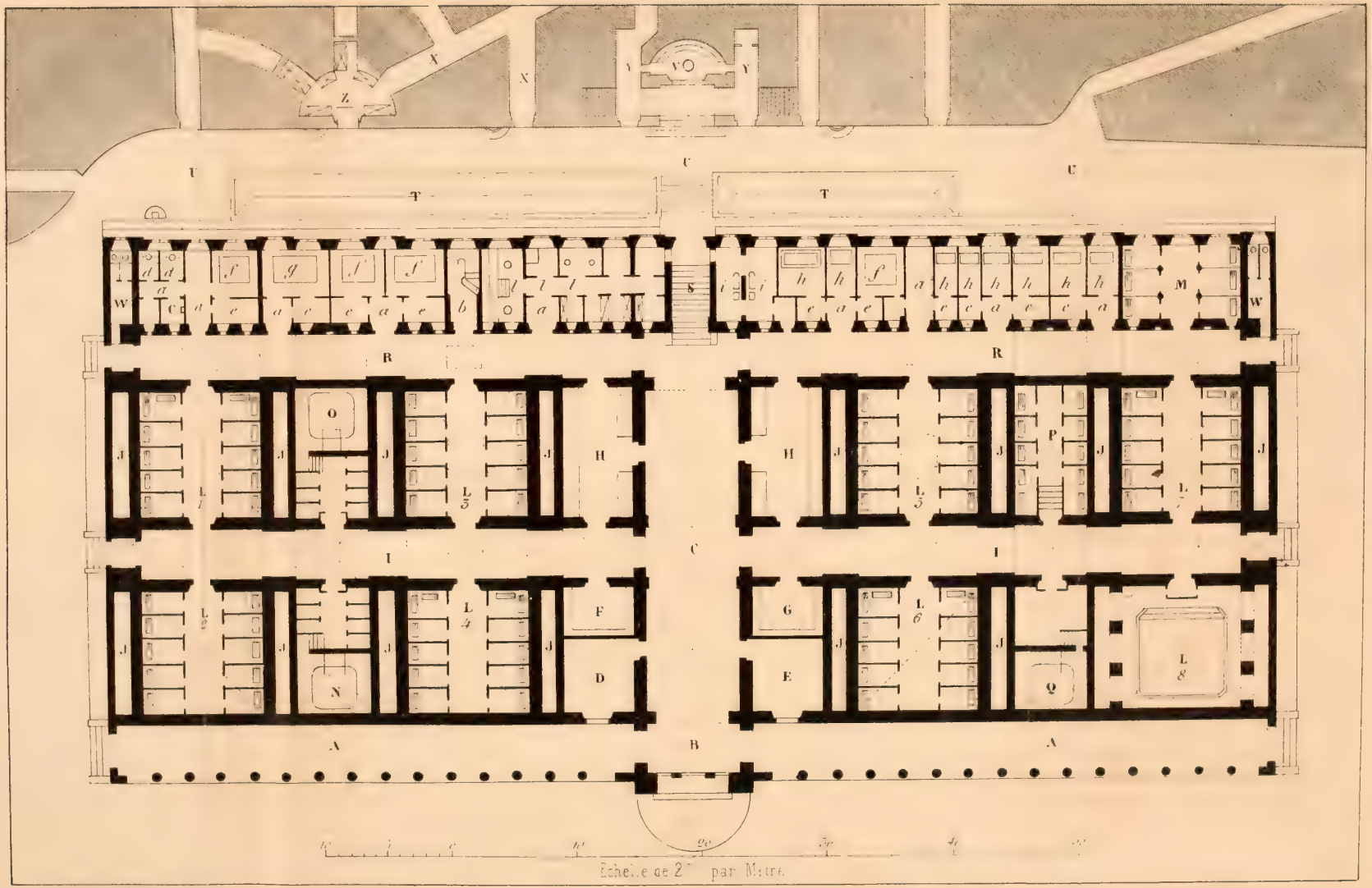
ERRATA.

Page 35, ligne 25; *au lieu de :* ceux qu'on eût produit, *lisez :* ceux qu'on eût produits.

Page 184. Dans le tableau qui indique la quantité de matière organique renfermée dans les eaux sulfureuses, ligne 7, *au lieu de* St-Antoine de Guagno, *lisez :* Vinça.

Même tableau, ligne 11, *au lieu de* 0,340, *lisez :* 0gr. 0340.

Page 347, ligne 23; *au lieu de* : ayant été décomposé par l'oxygène du soufre, *lisez :* ayant été décomposé par l'oxygène, du soufre deviendra, etc.



PLAN GENERAL DES THERMES DE LUCHON

DÉTAILS

d'un appareil conservateur du principe sulfureux

POUR

la Buvette des Eaux de Labassère

AUX BAINS DE THÉAS

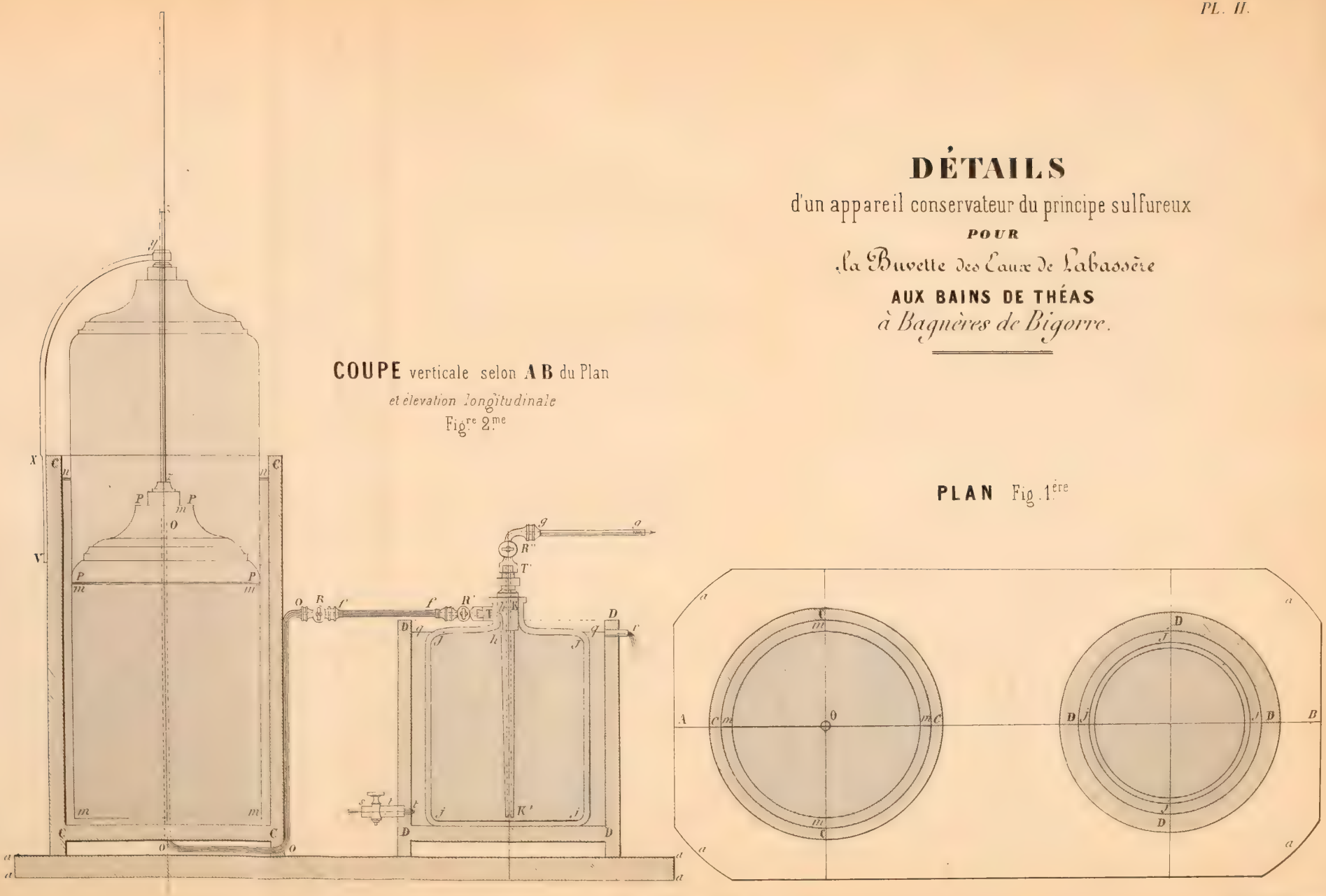
à Baqnères de Bigorre.

COUPE verticale selon **A B** du Plan

et élevation longitudinale

Fig.re 2.me

PLAN Fig. 1ère



Reduit au 1/10e.

Lith. Delcr Toulouse

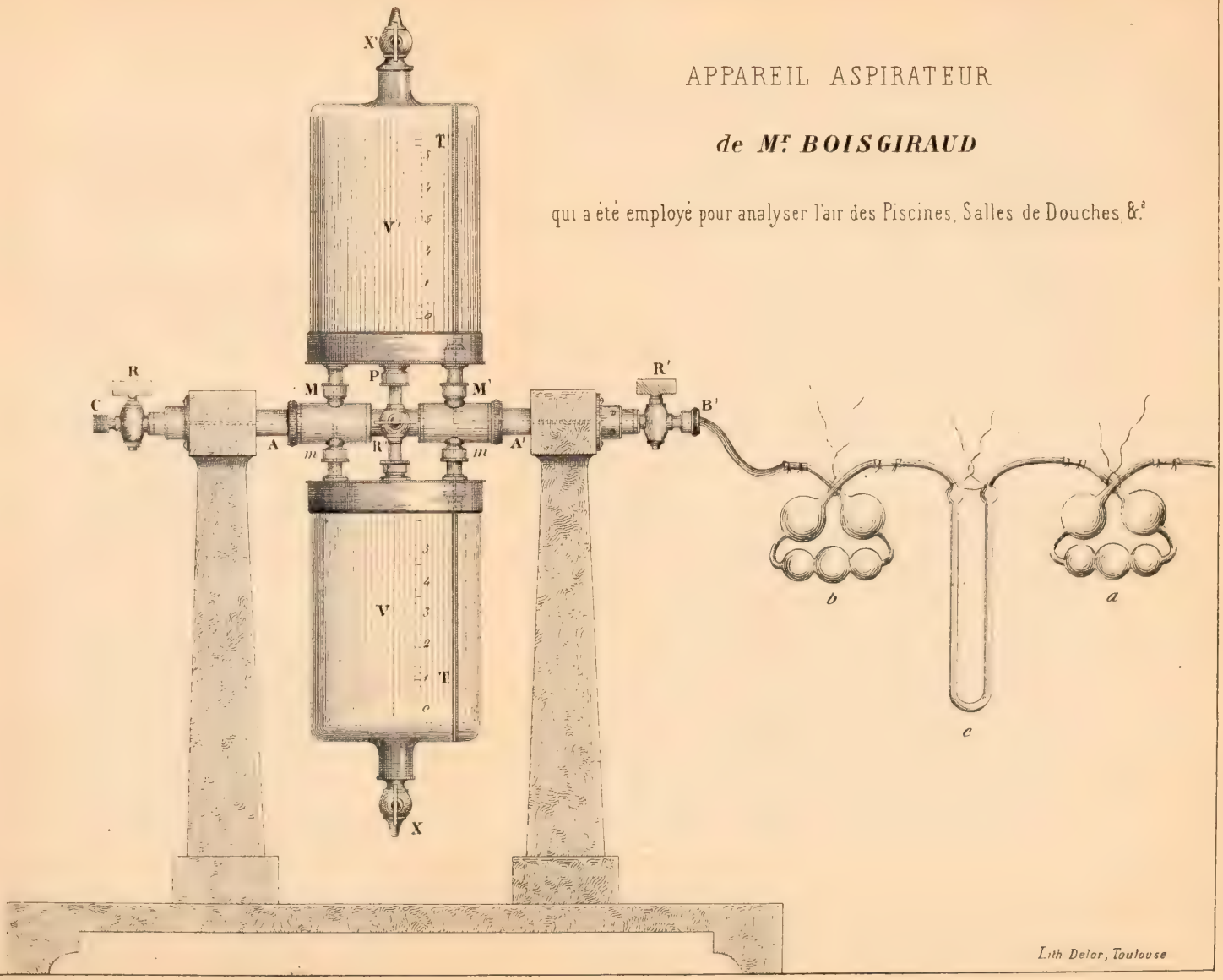

APPAREIL ASPIRATEUR
de Mr. BOISGIRAUD
qui a été employé pour analyser l'air des Piscines, Salles de Douches, &c.
X'
T'
V'
R
C
M
P
M'
R'
B'
A
m
R
m
A'
V
T
X
b
a
c
Lith Delor, Toulouse

TABLE DES MATIÈRES.

A.

Acide sulfhydrique. — Son action sur l'économie. 347
Action de l'air sur les eaux sulfureuses. 186
Action thérapeutique des eaux minérales en général. 1
Action de la thermalité. 3
Action thérapeutique des eaux sulfuré-sodiques. 59
— des eaux sulfuré-calciques. 428
— des eaux ferrugineuses. 517
— des eaux salines. 476
Air des douches, piscines, étuves, etc., de Bagnères-de-Luchon. 291
Alcalinité des eaux sulfureuses. — Moyen de la mesurer. . . 104
— — — Son influence sur le degré sulfhydrométrique. . . 110
Altérabilité comparée des eaux sulfureuses. 194
Amélie-les-Bains. 397
Analyse des eaux minérales en général. 40
Analyse qualitative des eaux sulfureuses. 235
Analyse quantitative des eaux sulfureuses prises au griffon. 251
Analyse des eaux sulfureuses prises sur les lieux d'emploi. . . 266
Audinac. 499
Argent.—Son action sur le sulfhydrate de sulfure de sodium. 151
Aulus. 505
Ax. 382
Azote. — Son dégagement des eaux sulfureuses. 217

B.

Bagnères-de-Bigorre. 488
Bagnères-de-Luchon. 224
Barbazan. 512
Baréges. 340

Blanchiment des eaux sulfureuses. 321
Bonnes. 371
Barzun. 350

C.

Cadeac. 370
Cambo. 432
Capvern. 494
Carbonate de soude. — Son action sur le degré sulfhydrométrique. 100
Cauterets. 331
Chlorure de barium. — Son emploi dans l'analyse sulfhydrométrique. 103

D.

Densité des eaux sulfureuses. 78

E.

Eaux-Chaudes. 377
Eaux ferrugineuses. 515
Eaux salinés séléniteuses. 488
Eaux salines simples. 476
Eaux sulfuré-calciques. 425
Eaux sulfureuses. — Théories relatives à leur origine. . . . 434
Escaldas. 409
Établissement de Bagnères-de-Luchon. 224
Exportation des eaux sulfureuses. 190
Encausse. 507

G.

Gazomètre pour conserver les eaux sulfureuses. 371
Gazost. 368
Glairine. 157

H.

Hyposulfite de soude. — Son action sur l'économie. 280
— — Sa quantité dans un bain d'eau de Luchon. 272

I.

Iode. — Son existence dans la glairine. 185

L.

Labassère. 358
Liqueur pour les essais sulfhydrométriques. 247

M.

Matière organique déposée par les eaux sulfureuses. 170
Matière dissoute dans les eaux sulfureuses. 157
Mérens. 396
Molitg. 400

O.

Olette. 406

P.

Parcours. — Son influence sur la composition des eaux sulfureuses. 312
Pellagre. — Son traitement par les eaux sulfureuses. . . . 366
Preste (la). 399
Principe sulfureux. — Sa nature. 115
Polysulfure de sodium. — Sa production dans les eaux sulfureuses. 212

R.

Rapports entre la température des eaux sulfureuses et leur richesse en sulfure de sodium. 251

S.

Salies. — Source sulfureuse. 430
— Source salée. 469
Silice. — Son action sur le sulfure de sodium. 204
Siradan. 497
Soude. — Son état dans les eaux sulfureuses. 98
Sainte-Marie. 496
Stomatite mercurielle. — Sa guérison par le sulfite de soude. 418
Saint-Sauveur. 354

Sulfate de plomb. — Son emploi dans l'analyse. 254
Sulfite de soude. — Son influence sur les composés de plomb, mercure. 280

T.

Température (la) des eaux minérales est-elle invariable. . . 80

U.

Ussat. 457

V.

Variations de composition des eaux sulfureuses. 92
— de température des eaux sulfureuses. 80
— de volume des eaux sulfureuses. 63
Vernet. 402
Visos. 366

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.